



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07230075 A**(43) Date of publication of application: **29.08.95**

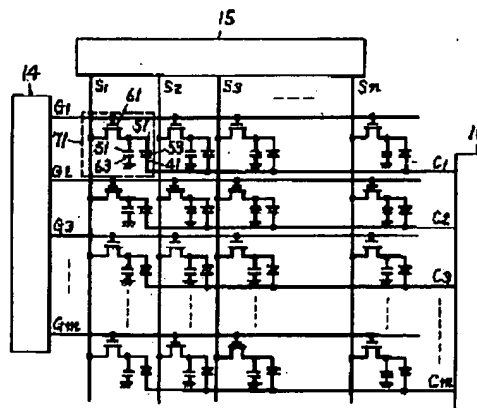
(51) Int. Cl.

G02F 1/133**G02F 1/13****G02F 1/1333****G09G 3/36**(21) Application number: **06083085**(22) Date of filing: **21.04.94**(30) Priority: **22.04.93 JP 05 95838****22.04.93 JP 05 95837****24.12.93 JP 05329113**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **TAKAHARA HIROSHI**
OMAE HIDEKI(54) **DISPLAY DEVICE AND METHOD OF DRIVING IT
AND PROJECTION DISPLAY DEVICE USING
RELEVANT DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a display device capable of realizing a display with high contrast and high luminance.

CONSTITUTION: The display device has a counter electrode 41 of a stripe shape positioned opposite a pixel electrode 51 and holds a high polymer distributed liquid crystal 53 between the counter electrode 41 and the pixel electrode 51. When a positive polarity signal is impressed to the pixel electrode, a negative polarity voltage is applied to the counter electrode 41, and when the negative polarity signal is impressed to the pixel electrode 51, the positive polarity voltage is applied to the counter electrode 41. Since when the liquid crystal layer 53 is thick, scattering performance is enhanced, display contrast is improved. Since a high voltage is applied to the high polymer distributed liquid crystal layer 53 on the pixel electrode 51, the liquid crystal layer 53 is made a transparent state sufficiently even though the film thickness of the liquid crystal is thick, and the high contrast display is realized. A thick transparent substrate is stuck to a counter substrate formed with the counter electrode 41. Then, light scattered by the liquid crystal layer 53 is reflected by the counter substrate, and is absorbed by coating material applied to the side surface of the transparent substrate. Thus, secondary scattered light returning to the liquid crystal layer 53 again and scattering is eliminated.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-230075

(43) 公開日 平成7年(1995)8月29日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/133	5 5 0		
	1/13	5 0 5		
	1/1333			
G 0 9 G	3/36			

審査請求 未請求 請求項の数38 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願平6-83085	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成6年(1994)4月21日	(72) 発明者	高原 博司 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平5-95838	(72) 発明者	大前 秀樹 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32) 優先日	平5(1993)4月22日	(74) 代理人	弁理士 小鍛冶 明 (外2名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平5-95837		
(32) 優先日	平5(1993)4月22日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平5-329113		
(32) 優先日	平5(1993)12月24日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 表示装置とその駆動方法および該装置を用いた投写型表示装置

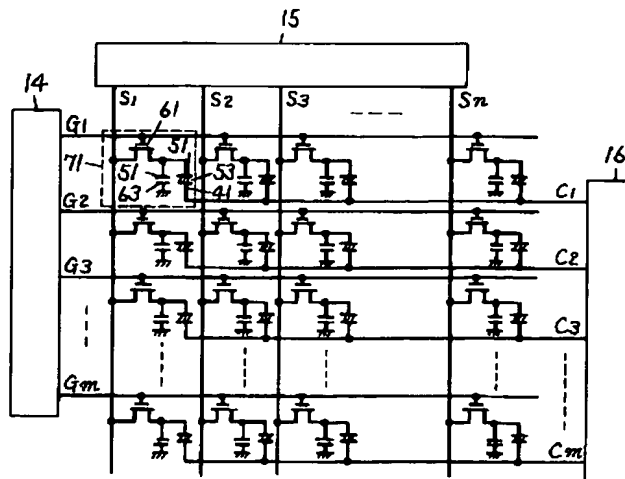
(57) 【要約】

【目的】 高コントラストかつ高輝度表示を実現できる表示装置を提供する。

【構成】 表示装置は画素電極の対面に位置する対向電極をストライプ状に形成し、前記対向電極と画素電極間に高分子分散液晶を挟持させる。画素電極に正極性の信号を印加する際は、対向電極に負極性の電圧を印加し、画素電極に負極性の信号を印加する際は、対向電極に正極性の電圧を印加する。液晶層が厚いと散乱性能が高くなるから表示コントラストは向上できる。画素電極上の高分子分散液晶層に高い電圧を印加できるため、液晶の膜厚が厚くとも十分液晶層を透過状態にでき、高コントラスト表示を実現できる。対向電極が形成された対向基板に、厚い透明基板を接着する。すると、液晶層で散乱した光は対向基板で反射し、透明基板の側面に塗布された塗料で吸収される。従って、再び液晶層にもどり、散乱する2次散乱光がなくなる。

71 画素

$G_1 \sim G_m$ ゲート信号線
 $S_1 \sim S_n$ ソース信号線
 $C_1 \sim C_m$ 対向信号線



【特許請求の範囲】

【請求項 1】画素電極がマトリックス状に配置された第 1 の基板と、複数の略ストライプ状電極が形成された第 2 の基板とを具備し、前記第 1 の基板と第 2 の基板間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極が、前記画素電極の行と、対面するように配置されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 2】マトリックス状に配置された画素電極と、前記画素電極の行に対応する複数の略ストライプ状電極が形成された第 1 の基板と、対向電極が形成された第 2 の基板とを具備し、任意のストライプ状電極と、前記ストライプ状電極と隣接したストライプ状電極とは、異なる電圧を印加できるように構成され、第 1 の基板と第 2 の基板間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極と前記画素電極間に絶縁膜が形成され、前記電極間に電荷が蓄積できるよう構成されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 3】画素電極がマトリックス状に配置された第 1 の基板と、複数の略ストライプ状電極が形成された第 2 の基板と、前記ストライプ状電極において、任意の第 1 のストライプ状電極と、前記第 1 のストライプ状電極と隣接した第 2 のストライプ状電極とに異なる電位を印加でき、かつ、第 1 および第 2 のストライプ状電極の電位を可変できる第 3 の駆動手段とを具備し、第 1 の基板と第 2 の基板間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極が、前記画素電極の行と、対面するように配置されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 4】マトリックス状に配置された画素電極と、前記画素電極に信号を印加するスイッチング素子と、前記スイッチング素子を動作および非動作にさせる第 1 の信号を伝達する第 1 の信号線と、前記スイッチング素子への映像信号を伝達する第 2 の信号線とが形成された第 1 の基板と、複数の略ストライプ状電極が形成された第 2 の基板と、前記複数のストライプ状電極において、第 1 の電極に第 1 の電位を、前記第 1 の電極に隣接した第 2 の電極に第 2 の電位を印加し、かつ、所定期間ごとに第 1 の電位を第 2 の電位に、第 2 の電位を第 1 の電位に変化させる第 3 の駆動手段と、第 1 の信号線に第 1 の信号を出力する第 1 の駆動手段と、第 2 の信号線に映像信号を出力する第 2 の駆動手段とを具備し、前記画素電極とストライプ状の電極間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極が、前記画素電極の行と、対面するように配置されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 5】隣接したストライプ状電極間に光変調層の比誘電率よりも低い材料からなる膜が形成されていることを特徴とする請求項 1、3 または 4 記載の表示装置。

【請求項 6】第 3 の駆動手段は第 2 の基板上に配置または形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の表示装置。

【請求項 7】第 3 の駆動手段は第 2 の基板上に配置また

は形成されており、前記駆動手段の信号出力端子とストライプ状電極とが導電性物質で電気的に接続されていることを特徴とする請求項 3 記載の表示装置。

【請求項 8】導電性物質は導電性ビーズまたは導電性ファイバーであることを特徴とする請求項 7 記載の表示装置。

【請求項 9】ストライプ状電極は ITO で形成されており、前記 ITO の所定部に金属薄膜が形成されていることを特徴とする請求項 1、3 または 4 記載の表示装置。

10 【請求項 10】少なくとも一方が光透過性を有する第 1 および第 2 の基板と、前記第 1 と第 2 の基板間に挟持された光散乱状態の変化として光学像を形成する光変調層と、透明部材とを具備し、第 1 の基板と第 2 の基板のうち少なくとも一方に前記透明部材が光学的に接着され、前記光変調層に光を照射した際、前記光変調層への光入射面の照度を L、光出射面かつ、光変調層の法線方向から測定した光変調層の輝度を B、円周率を π としたとき、次式を満足することを特徴とする表示装置。

【数 1】

$$\frac{\pi B}{L} \leq 1.5$$

20

【請求項 11】画素電極がマトリックス状に配置された第 1 の基板と、複数の略ストライプ状電極が形成された第 2 の基板と、前記第 1 の基板と第 2 の基板間に挟持された光散乱状態の変化として光学像を形成する光変調層と、透明部材とを具備し、第 1 の基板と第 2 の基板のうち少なくとも一方に前記透明部材が光学的に接着され、前記ストライプ状電極が前記画素電極の行と相対するように配置され、前記光変調層に光を照射した際、前記光変調層への光入射面の照度を L、光出射面かつ、光変調層の法線方向から測定した光変調層の輝度を B、円周率を π としたとき、次式を満足することを特徴とする表示装置。

【数 2】

$$\frac{\pi B}{L} \leq 1.5$$

40

【請求項 12】マトリックス状に配置された画素電極と、前記画素電極に接続されたスイッチング素子と、前記スイッチング素子に信号を伝達する信号線が形成された第 1 の基板と、共通電極が形成された第 2 の基板と、第 1 の基板と第 2 の基板間に挟持された光散乱状態の変化として光学像を形成する光変調層と、前記信号線と前記画素電極間に形成されたコンデンサと、前記スイッチング素子を動作状態にする電圧と非動作状態にする電圧とスイッチング素子の寄生容量によって発生する突き抜け電圧を補償する第 1 および第 2 の電圧を出力する駆動

50

手段と、透明部材とを具備し、第1の基板と第2の基板のうち少なくとも一方に透明部材が光学的に接着され、前記光変調層に光を照射した際、前記光変調層への光入射面の照度をL、光出射面かつ、光変調層の法線方向から測定した光変調層の輝度をB、円周率を π としたとき、次式を満足することを特徴とする表示装置。

【数3】

$$\frac{\pi B}{L} \leq 1.5$$

【請求項13】光変調層は、高分子分散液晶で形成されていることを特徴とする請求項1、2、3、4、10、11または12に記載の表示装置。

【請求項14】透明部材は凹レンズであり、前記凹レンズの無効面に光吸収手段を形成されていることを特徴とする請求項10、11または12に記載の表示装置。

【請求項15】凹レンズに近接させて正レンズが配置されていることを特徴とする請求項14記載の表示装置。

【請求項16】透明部材は透明基板であり、前記透明基板の厚さをt、屈折率をn、光変調層の有効表示領域の最大径をdとして、次式を満足することを特徴とする請求項10、11または12に記載の表示装置。

【数4】

$$\frac{t}{d} \geq \frac{1}{8} \sqrt{n^2 - 1}$$

【請求項17】透明部材が空気と接し、かつ、有効表示領域に反射防止膜が形成されていることを特徴とする請求項10、11または12に記載の表示装置。

【請求項18】画素電極がマトリックス状に配置された第1の基板と、複数の略ストライプ状電極が形成された第2の基板とを具備し、前記第1の基板と第2の基板間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極が、前記画素電極の行と対面するように配置されている表示装置において、第1のフィールドまたはフレームでは、第1の画素電極の対面位置に配置された第1のストライプ状電極に第1の電圧を印加し、前記第1の画素電極に前記第1の電圧よりも低い電圧を印加し、前記第1の画素電極と隣接した第2の画素電極の対面位置に配置された第2のストライプ状電極に第2の電圧を印加し、前記第2の画素電極に前記第2の電圧よりも高い電圧を印加し、第1のフィールドまたはフレームの、次の第2のフィールドまたはフレームでは、前記第1のストライプ状電極に第2の電圧を印加し、第1の画素電極には第2の電圧よりも高い電圧を印加し、前記第2のストライプ状電極には第1の電圧を印加し、第2の画素電極には第1の電圧よりも低い電圧を印加することを特徴とする表示装置の駆動方法。

【請求項19】第1の電圧と第2の電圧の絶対値が略一致していることを特徴とする請求項18記載の表示装置の駆動方法。

【請求項20】画素電極がマトリックス状に配置された第1の基板と、複数の略ストライプ状電極が形成された第2の基板とを具備し、前記第1の基板と第2の基板間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極が前記画素電極の行と対面するように配置されている表示装置において、任意の画素電極の対面位置のストライプ状電極に印加された電圧に対し、前記画素電極に、前記ストライプ状電極の電圧よりも高い電圧を書き込み、その後、前記ストライプ状電極の電圧よりも低い電圧を前記ストライプ状電極に印加した後、前記電圧を保持し、任意の画素電極の対面位置のストライプ状電極に印加された電圧に対し、前記画素電極に、前記ストライプ状電極の電圧よりも低い電圧を書き込んだ際には、前記電圧を前記画素電極に書き込み後、前記ストライプ状電極の電圧よりも高い電圧を前記ストライプ状電極に印加した後、前記電圧を保持することを特徴とする表示装置の駆動方法。

【請求項21】マトリックス状に配置された画素電極と、前記画素電極の行に対応する複数の略ストライプ状電極が形成された第1の基板と、対向電極が形成された第2の基板と、任意の第1のストライプ状電極と、前記第1のストライプ状電極と隣接した第2のストライプ状電極とに異なる電圧を印加できる第3の駆動手段とを具備し、第1の基板と第2の基板間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極と前記画素電極間に電荷が蓄積できるように構成された表示装置において、任意の画素電極との間に電荷を蓄積するストライプ状電極に第1の電圧を印加し、前記画素電極に第1の電圧よりも高い電圧を書き込み、その後、前記第1の電圧よりも低い電圧を前記ストライプ状電極に印加した後、前記電圧を保持し、任意の画素電極との間に電荷を蓄積するストライプ状電極に第2の電圧を印加し、前記画素電極に前記第2の電圧よりも低い電圧を書き込んだ際には、前記電圧を前記画素電極に書き込んだ後、第2の電圧よりも高い電圧を前記ストライプ状電極に印加した後、前記電圧を保持することを特徴とする表示装置の駆動方法。

【請求項22】第1のフィールドまたはフレーム期間において、第1の画素電極の行に正極性の電圧を書き込み、前記行と隣接した第2の画素電極の行に負極性の電圧を書き込み、第1のフィールドまたはフレーム期間の、次のフィールドまたはフレーム期間では、前記第1の画素電極の行に負極性の電圧を書き込み、第2の画素電極の行に正極性の電圧を書き込むことを特徴とする請求項18、20または21記載の表示装置の駆動方法。

【請求項23】光変調層は高分子分散液晶であることを特徴とする請求項18、20または21記載の表示装置の駆動方法。

【請求項 2 4】画素電極がマトリックス状に配置させた第 1 の基板と、複数の略ストライプ状電極が形成された第 2 の基板とを有し、前記第 1 の基板と第 2 の基板間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極が前記画素電極の行と対面するように配置されている表示装置と、光発生手段と、前記光発生手段が放射する光を前記表示装置に導く光学手段と、前記表示装置が変調した光を拡大投写する投写手段とを具備することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 2 5】マトリックス状に配置された画素電極と、前記画素電極の行に対応する複数の略ストライプ状電極が形成された第 1 の基板と、対向電極が形成された第 2 の基板とを具備し、任意のストライプ状電極と、前記ストライプ状電極と隣接したストライプ状電極とに異なる電圧を印加できるように構成され、第 1 の基板と第 2 の基板間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極と前記画素電極間に絶縁膜が形成され、前記電極間に電荷が蓄積できるように構成されている表示装置と、光発生手段と、前記光発生手段が放射する光を前記表示装置に導く光学手段と、前記表示装置が変調した光を拡大投写する投写手段とを具備することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 2 6】少なくとも一方が光透過性を有する第 1 および第 2 の基板と、前記基板間に挟持された光変調層と、透明部材と、第 1 の基板と第 2 の基板のうち少なくとも一方に前記透明部材が光学的に接着され、前記変調層に光を照射した際、前記光変調層への光入射面の照度を L 、光出射面かつ光変調層の法線方向から測定した光変調層の輝度を B 、円周率を π としたとき、次式を満足する表示装置と、

【数 5】

$$\frac{\pi B}{L} \leq 1.5$$

前記光発生手段と、前記光発生手段が放射する光を前記液晶表示装置に導く光学手段と、前記表示装置で変調された光を拡大投写する投写手段とを具備することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 2 7】画素電極がマトリックス状に配置された第 1 の基板と、複数の略ストライプ状電極が形成された第 2 の基板と、第 1 の基板と第 2 の基板間に挟持された光変調層と、透明部材とを具備し、第 1 の基板と第 2 の基板のうち少なくとも一方に前記透明部材が光学的に接着され、前記ストライプ状電極が前記画素電極の行と対面するように配置され、前記光変調層に光を照射した際、前記光変調層への光入射面の照度を L 、光出射面かつ、光変調層の法線方向から測定した光変調層の輝度を B 、円周率を π としたとき、次式の関係式を満足する表示装置と、

【数 6】

$$\frac{\pi B}{L} \leq 1.5$$

光発生手段と、前記光発生手段が放出する放射する光を前記液晶表示装置に導く光学手段と、前記表示装置で変調された光を拡大投写する投写手段とを具備することを特徴とする投写型表示装置。

10 【請求項 2 8】光変調層は、高分子分散液晶で構成されていることを特徴とする請求項 2 4、2 5、2 6 または 2 7 記載の投写型表示装置。

【請求項 2 9】透明部材は凹レンズであり、前記凹レンズの無効面に光吸収手段が形成されていることを特徴とする請求項 2 6 または 2 7 記載の投写型表示装置。

【請求項 3 0】透明部材は透明基板であり、前記透明基板の厚さを t 、屈折率を n 、光変調層の有効表示領域の最大径を d として、次式を満足することを特徴とする請求項 2 6 または 2 7 記載の投写型表示装置。

20 【数 7】

$$\frac{t}{d} \geq \frac{1}{8} \sqrt{n^2 - 1}$$

【請求項 3 1】投写光学手段の F ナンバーは、略 5 以上 9 以下であることを特徴とする請求項 2 4、2 5、2 6 または 2 7 記載の投写型表示装置。

30 【請求項 3 2】光発生手段は、アーク放電により発光するランプを具備しており、前記ランプのアーク長が略 3 mm 以上 6 mm 以下であることを特徴とする請求項 2 4、2 5、2 6 または 2 7 記載の投写型表示装置。

【請求項 3 3】ランプはメタルハライドランプであることを特徴とする請求項 3 2 記載の投写型表示装置。

【請求項 3 4】液晶表示装置を照明する照射光の広がり角度と、投写手段の集光角度が略一致していることを特徴とする請求項 2 4、2 5、2 6 または 2 7 記載の投写型表示装置。

40 【請求項 3 5】光学手段は、光発生手段が放射する白色光を赤色光、緑色光および青色光の 3 つの光路に分離する光分離手段を具備し、前記 3 つの光路にそれぞれ表示装置が配置されていることを特徴とする請求項 2 4、2 5、2 6 または 2 7 記載の投写型表示装置。

【請求項 3 6】表示装置の有効表示領域の対角長は 2.0 インチ以上 4.0 インチ以下であることを特徴とする請求項 2 4、2 5、2 6 または 2 7 記載の投写型表示装置。

50 【請求項 3 7】投写手段の F ナンバーは、略 5 以上 9 以下であり、光発生手段は、アーク放電により発光するランプを具備し、前記ランプのアーク長は 3 mm 以上 6 mm 以下であり、表示装置の有効表示領域の対角長は 2.0 イ

ンチ以上4.0インチ以下であることを特徴とする請求項24、25、26または27記載の投写型表示装置。

【請求項38】光変調層として高分子分散液晶を用いる表示装置と、光発生手段と、前記光発生手段が放射する光を赤色光、青色光と緑色光の3つの光路に分離する光分離手段と、前記表示装置で変調された光を拡大投写する投写手段とを具備し、前記3つの光路にそれぞれ前記表示装置が配置されており、投写手段のFナンバーは略5以上9以下であり、光発生手段は、アーク放電により発光するランプを具備し、前記ランプのアーク長は3mm以上6mm以下であり、表示装置の有効表示領域の対角長は2.0インチ以上4.0インチ以下であることを特徴とする投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は入射光を変調し、光学像を形成する表示装置と、前記表示装置の表示画像をスクリーンに拡大投写することにより大画面表示を行なう投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液晶を用いた表示装置（以後、液晶表示装置と呼ぶ）は、軽量、薄型化が可能であることから研究開発が盛んである。近年では液晶の旋光性を応用したツイストネマティック（TN）液晶を用いたポケットテレビが実用化され、また、前記TNパネルをライトバルブとして用いる投写型表示装置も実用化されている。

【0003】しかし、TN液晶パネルは光変調を行なうのに、偏光板を用いて入射光を直線偏光にする必要がある。前記偏光板は50%以上の光を吸収もしくは反射する。したがって、TN液晶パネルを用いた液晶表示装置の光利用効率は低く、表示輝度は低い。

【0004】この課題を解決するため、TN液晶のかわりに高分子分散液晶を用いた液晶パネルが提案されている。高分子分散液晶パネルは偏光板を用いることなく光変調を行なうことができる。以下、簡単に高分子分散液晶について説明しておく。

【0005】高分子分散液晶は、液晶と高分子の分散状態によって大きく2つのタイプに分けられる。1つは、水滴状の液晶が高分子中に分散しているタイプである。液晶は、高分子中に不連続な状態で存在する。以後、このような液晶をPDLCと呼び、前記PDLCを用いた液晶パネルをPD液晶パネルと呼ぶ。他の1つは、液晶層に高分子のネットワークを張り巡らせたような構造をとるタイプである。ちょうどスポンジに液晶を含ませたような格好になる。液晶は、水滴状とならず連続に存在する。以後、このような液晶をPNLCと呼ぶ。前記2種類の液晶パネルで画像を表示するためには光の散乱・透過を制御することにより行う。

【0006】PDLCは、液晶が配向している方向で屈折率が異なる性質を利用する。電圧を印加していない状

態では、それぞれの水滴状液晶は不規則な方向に配向している。この状態では、高分子と液晶に屈折率の差が生じ、入射光は散乱する。電圧を印加すると液晶の配向方向がそろふ。液晶が一定方向に配向したときの屈折率をあらかじめ高分子の屈折率と合わせておくと、入射光は散乱せずに透過する。

【0007】これに対して、PNLCは液晶分子の配向の不規則さそのものを使う。不規則な配向状態、つまり電圧を印加していない状態では入射した光は散乱する。

10 PDLCおよびPNLCに電圧を印加し、液晶分子の配列状態を規則的にすると、液晶層は透明状態となり、光は透過する。

【0008】PDLCおよびPNLCを総称して高分子分散液晶と呼び、PD液晶パネルおよびPN液晶パネルを総称して高分子分散液晶パネルと呼ぶ。また、液晶層の樹脂成分をポリマーと呼ぶ。

【0009】高分子分散液晶パネルの動作をPD液晶パネルを例にあげて簡単に説明する。（図38（a）

20 （b））は高分子分散液晶パネルの動作の説明図である。画素電極51には薄膜トランジスタ（図示せず、以後TFTと呼ぶ）が接続され、TFTのオン・オフにより画素電極51に電圧が印加される。前記電圧により画素電極51上の水滴状液晶382の液晶分子の配向方向は変化する。

【0010】（図38（a））に示すように、電圧を印加していない状態（OFF）では、それぞれの水滴状液晶382は不規則な方向に配向している。この状態ではポリマー381と液晶分子とに屈折率差が生じ、入射光は散乱する。（図38（b））に示すように、画素電極51に電圧を印加すると液晶分子の方向がそろふ。液晶が一定方向に配向したときの屈折率をあらかじめポリマー381の屈折率と合わせておくと、入射光は散乱せずにアレイ基板11側より出射する。

【0011】以上のような高分子分散液晶あるいはそれに類似した表示装置の一例として、米国特許公報4435047号がある。前記特許には、ネマティック液晶をカプセルに封入し、前記カプセルを2つの電極間に挟持させた液晶表示装置が記載されている。前記表示装置は液晶層に電界無印加時に光を散乱し、電界印加時は光を透過させる。

40 【0012】前記液晶表示装置の画像を拡大投写する投写型表示装置の一例として、米国特許公報4613207号がある。前記特許には反射型あるいは透過型の液晶表示装置をライトバルブとして用い、前記ライトバルブの表示画像をスクリーンに拡大投写する投写型表示装置が記載されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】TN液晶パネルを用いる液晶表示装置は、光変調に偏光板を用いる必要がある。したがって表示輝度が低い。また画素周辺部に逆チ

ルトドメインが発生し、画素周辺部に光ぬけが生じる。前記光ぬけは表示コントラストを低下させる。光ぬけを防止するためにはブラックマトリックスを太くしなければならない。ブラックマトリックスを太くすることは開口率を低下させ、表示輝度が低くなる。ブラックマトリックスは照射された光は液晶パネルを加熱することになり、パネル温度を上昇させ、パネルの寿命を短くする。

【0014】TN液晶パネルを用いる液晶表示装置は表示輝度が低いが、高分子分散液晶を用いた液晶表示装置は偏光板を用いないため表示輝度を高くできる。しかし、高分子分散液晶を用いた液晶表示装置にも課題がある。以下、高分子分散液晶を用いた液晶表示装置の課題について説明する。

【0015】高分子分散液晶を用いた表示装置（以後、PDLCDと呼ぶ）は光の散乱と透過を切り換えることにより、光を変調し画像を形成する。光の散乱している時が黒表示となり、透過している時が白表示となる。表示コントラストとは、白表示の透過光（以下、オン光と呼ぶ）と黒表示（以下、オフ光と呼ぶ）の透過光との比である。PDLCDのオン光は液晶層が透明状態であるから非常に大きい。表示コントラストを大きくするためには、オフ光を小さくする必要がある。オフ光を小さくするためには散乱性能をより良好にする必要がある。液晶層の膜厚を厚くすれば散乱特性は良好になる（向上する）。しかし液晶層の膜厚を厚くすれば、液晶層を透明状態に要する電圧が高くなる。印加電圧の1つの目安として $\pm 6 \sim 7$ (V) 以内という制約がある。この制約の一原因は画素電極への映像信号を出力するソースドライブICの駆動能力である。なお、散乱状態が最も良好となった状態を完全散乱状態と呼ぶ。完全散乱状態とは表示装置の画像表示面を、どの角度から輝度を測定しても同一輝度となる状態をいう。

【0016】近年、液晶パネルの画素数は大容量化の傾向があり、高精細表示パネル用として100万画素を超える液晶パネルが試作されている。画素数が増大するにつれ前記ドライブICの動作クロックは高くなる。動作クロックに同期して前記ドライブICの出力は変化させる必要がある。現在の半導体技術ではクロック20MHzで ± 6 V駆動がほぼ限界である。

【0017】以上のことから、 ± 6 Vで液晶層が透明状態となるように液晶膜厚を設定しなければならない。しかし、 ± 6 Vで透明状態となる液晶層の散乱特性は完全散乱状態からほど遠い。

【0018】ソースドライブICのサイズを非常に大きくする等すれば、 ± 8 V以上の駆動電圧を実現できる可能性はある。しかし、ソースドライブICのチップサイズが大きくなるから、チップコストが高くなる。また、信号線を走査するゲートドライブICの出力信号振幅も大きくする必要がある。前記出力信号振幅を大きくすることは、画素に印加する信号を制御するTFTの電圧ス

トレスが大きくなる。電圧ストレスはPDLCDの寿命を低下させる。

【0019】以上の理由により、従来のPDLCDでは高輝度表示を実現できても、高コントラスト表示を行なうことは非常に困難であった。当然に、投写型表示装置に従来のPDLCDをライトバルブとして用いたのでは高コントラスト表示を望むことはできない。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、高輝度かつ高コントラスト表示を実現できる表示装置と、光変調層に容易に高電圧を印加できることから、光変調層の膜厚を厚くでき、したがって、高コントラスト表示を実現できる表示装置の駆動方法と、前記表示装置をライトバルブとして用いて高画質の大画面表示を実現できる投写型表示装置を提供することである。

【0021】第1の本発明の表示装置は、画素電極がマトリックス状に配置された第1の基板と、複数のストライプ状電極が形成された第2の基板とを具備し、前記第1と第2の基板内に光変調層を挟持させたものである。

【0022】ストライプ状電極は、画素電極の行（1本のゲート信号線とTFTを介して接続されている画素電極）に対応するように配置されている。つまり、ストライプ状電極は画素電極の行数だけ形成される。好ましくは、ストライプ状電極はITOで形成され、前記ITOの周辺部に金属薄膜が形成される。

【0023】ストライプ状電極の一端はドライブ回路と電気的に接続され、各ストライプ状電極は前記ドライブ回路により、所定の電圧が印加される。前記ドライブ回路は第1の基板上に配置もしくは形成される。第2の基板上に前記ドライブ回路が配置もしくは形成された場合、ドライブ回路の信号出力端子と第1の基板上に形成されたストライプ状電極とは、導電ビーズ等を介して電気的に接続される。光変調層としては高分子分散液晶を用いることが好ましい。

【0024】第2の本発明の表示装置は、マトリックス状に配置された画素電極、および前記画素電極の行に対応したストライプ状電極が形成された第1の基板と、対向電極が形成された第2の基板とを具備したものである。任意のストライプ状電極と、前記ストライプ状電極と隣接したストライプ状電極とは、異なる電圧を印加できるように構成されている。また、第1の基板と第2の基板間に光変調層が挟持され、前記ストライプ状電極と画素電極とでコンデンサを形成する。光変調層としては高分子分散液晶を用いることが好ましい。

【0025】第3の本発明の表示装置は、少なくとも一方が光透過性を有する第1および第2の基板と前記基板間に挟持された光変調層と、第1と第2の基板と光学的に接着された透明部材とを具備するものである。

【0026】前記光変調層に光を照射した際、前記光変調層への光入射面の照度を I_1 、光出射面かつ、光変調層

の法線方向から測定した光変調層の輝度をB、円周率を π としたとき、(数8)の関係を満足するようにしたものである。好ましくは、光変調層として、高分子分散液晶を用いる。また、透明部材としては、凹レンズまたは透明板を用いることが好ましい。

【0027】

【数8】

$$\frac{\pi B}{L} \leq 1.5$$

【0028】第4の本発明の表示装置は、画素電極がマトリックス状に配置された第1の基板と、複数のストライプ状電極が形成された基板と、前記第1の基板と第2の基板の基板間に挟持された光散乱状態の変化として光学像を形成する光変調層と、透明部材とを具備し、第1の基板と第2の基板のうち少なくとも一方に前記透明部材が接統剤を用いて光学的に接着されている。

【0029】ストライプ状電極は、画素電極の行に相対するように配置され、また、第3の発明と同様に(数8)の関係を満足するような光変調層を具備する。光変調層としては高分子分散液晶を用いることが好ましい。透明部材としては先の発明と同様に、凹レンズまたは厚みのある透明基板を用いることが好ましい。

【0030】第1の本発明の表示装置の駆動方法は、第1または第4の本発明の表示装置の駆動方法である。

【0031】表示装置の任意のストライプ状電極を第1のストライプ状電極、前記第1のストライプ状電極と対面する位置に形成されている画素電極を第1の画素電極とする。また、前記第1のストライプ状電極と隣接した位置に形成されているストライプ状電極を第2のストライプ状電極、前記第2のストライプ状電極と対面する位置に形成されている画素電極を第2の画素電極とする。

【0032】

【作用】第1の本発明の表示装置は、ストライプ状電極に印加する電圧と画素電極に印加する電圧を別々に設定できる。したがって、ストライプ状電極に印加する電圧と画素電極に印加する電圧を互いに逆極性とするにより、両電圧の差を大きくできる。前記電圧差は光変調層に印加される電圧である。したがって、光変調層が厚くとも、十分な電界を光変調層に印加できる。光変調層が高分子分散液晶である場合、光変調層が厚するということは、完全拡散状態に近づけられることを意味する。したがって、コントラストを向上できる。また、画素電極に印加する信号の振幅値は比較的低くて済む。ドライブ回路の熱発生も抑制でき、高速信号にも対応できる。また、ストライプ状電極の一部に金属薄膜を形成すれば、前記金属薄膜はブラックマトリックスになり、不要な光を遮光できる。金属薄膜はITOに比較して抵抗値が低いからストライプ状電極の抵抗値も低下できる。し

たがって、ストライプ状電極に印加した信号波形の周波数特性が低下することはない。

【0033】第2の本発明の表示装置のように、第2の基板にストライプ状電極を形成せず、画素電極の下層にストライプ状電極を形成する。この場合も、ストライプ状電極に印加する電圧を制御することにより、先と同様に光変調層に高電圧を印加できる。したがって、高コントラスト表示を実現できる。

【0034】光変調層が高分子分散液晶の場合、光変調層を散乱あるいは透過状態とすることにより、入射光を変調する。散乱した光は第1または第2の基板で反射され、再び光変調層に入射し、入射した光は再び散乱される。前記散乱を2次散乱と呼ぶ。2次散乱は表示コントラストを低下させる。なぜならば、2次散乱した光の一部は基板より出射されて、スクリーン等に到達するためである。2次散乱光が黒表示のスクリーン照度を上昇させる。したがって、2次散乱光が表示コントラストを低下させる。

【0035】第3の本発明の表示装置のように、表示装置の第1の基板と第2の基板のうち少なくとも一方に透明基板を取り付ければ、2次散乱光を防止でき、表示コントラストを改善できる。(数8)を満足すれば、改善効果も大きいし、実用上十分な表示コントラストを得られる。透明基板のかわりに凹レンズを取り付ければ、透明基板よりも基板の中心厚を薄くでき、軽量化、コンパクト化を実現できる。

【0036】さらに、第4の本発明の表示装置のように、ストライプ状電極の構成と、透明基板の構成との両方を具備すれば、さらに良好な表示コントラストを実現できる。

【0037】なお、本発明の表示装置は偏光板等の偏光手段を用いる必要がないため、高輝度表示を実現できることは言うまでもない。

【0038】テレビ映像信号の第1フィールドでは、第1の画素電極に正極性の映像信号電圧を書き込み、第1のストライプ状電極に前記映像信号電圧よりも低い第1の電圧を印加する。また、第2の画素電極に負極性の映像信号電圧を書き込み、第2のストライプ状電極に前記映像信号よりも高い第2の電圧を印加する。

【0039】次の第2フィールドでは、第1の画素電極に負極性の映像信号を書き込み、第1のストライプ状電極に前記映像信号よりも高い第2の電圧を印加する。また、第2の画素電極に正極性の映像信号を書き込み、第2のストライプ状電極に前記映像信号よりも低い電圧を書き込む。好ましくは、第1の電圧と第2の電圧の絶対値を等しくする。

【0040】第2の本発明の表示装置の駆動方法も第1または第4の本発明の表示装置の駆動方法である。第1フィールドでは、第1のストライプ状電極を接地電位にし、第1の画素電極に正極性の映像信号を書き込む。そ

の後、第1のストライプ状電極を負極性の電位にする。また、第2のストライプ状電極も同様に接地電位にし、第2の画素電極に負極性の映像信号を書き込む。その後、第2のストライプ状電極を正極性の電位にする。

【0041】第2のフィールドでは、第1のストライプ状電極を接地電位にし、第2の画素電極に正極性の映像信号を書き込む。その後、第1のストライプ電極を正極性の電位にする。また、第2のストライプ電極も同様に接地電位にし、第2の画素電極に正極性の映像信号を書き込む。その後、第2のストライプ状電極を負極性の電位にする。

【0042】第3の本発明の表示装置の駆動方法は、第3の本発明の表示装置の駆動方法である。第3の本発明の表示装置では、ストライプ状電極は画素電極が形成された基板に形成されている。駆動の手順は第2の本発明の表示装置の駆動方法と同様である。

【0043】本発明の表示装置の駆動方法は、ストライプ状電極と画素電極に印加する電圧を別々に制御する方法である。ストライプ状電極と画素電極とに互いに逆極性の電圧を印加できるため、ストライプ状電極と画素電極との電位差を大きくできる。したがって、光変調層に容易に高電圧を印加できる。

【0044】第1の本発明の投写型表示装置は、ライトバルブとして第1の表示装置を用いたものである。また、第2の本発明の投写型表示装置はライトバルブとして第2の表示装置を、第3の本発明の投写型表示装置はライトバルブとして第3の表示装置を、第4の本発明の投写型表示装置は第4の表示装置を用いたものである。

【0045】それぞれの投写型表示装置は、1つのメタルハライドランプ等の放電ランプを具備し、前記放電ランプから出射される光を表示装置に導く光学系と、表示装置で変調された光をスクリーン等に拡大投写する、投写レンズ等の投写手段を具備する。表示装置に入射する光の広がり角と、投写レンズ等が集光する光の集光角とはほぼ一致させる。また、投写レンズ等のF番号は5以上9以下であり、放電ランプのアーク長は3mm以上6mm以下にすることが好ましい。

【0046】本発明の投写型表示装置は表示コントラストが良好なライトバルブを用いるため、当然にスクリーン上に拡大投写される画像の表示コントラストは良好である。

【0047】また、偏光板を用いないため、スクリーン輝度も高い。F番号あるいはアーク長等を最適値に設定しているため、光利用効率が高く、不要な熱発生を行わない。

【0048】本発明の表示装置は、対向電極をストライプ状に形成し、前記ストライプ状の電極の長手方向はゲート信号線の形成方向と一致させる。ストライプ状電極の幅は縦は一画素の幅と略同一であり、横は表示領域の長さ以上である。画素電極とストライプ状電極は高分子

分散液晶層を介して対向させる。

【0049】一行の画素電極は、一水平走査期間(1H)に順次書きかえられていく。ストライプ状電極も前記期間に同期して印加電圧が書きかえられる。画素電極に $+V_i$ 電圧が印加されたとき、ストライプ状電極に $-V_i$ 電圧が印加されれば、液晶層には V_i+V_i なる電圧が印加されることになる。逆に画素電極に $-V_i$ 電圧が印加されたとき、ストライプ状電極に $+V_i$ 電圧が印加されても液晶層には V_i+V_i の電圧を印加できることを意味する。したがって、ストライプ状電極に V_i 電圧を印加することにより、高分子分散液晶の膜厚が厚くしても充分液晶層を透過状態にすることができる。液晶の膜厚が厚ければ完全拡散状態に近づけることができ、オフ光が減少し、表示コントラストは向上する。 V_i 電圧が液晶の立ち上がり電圧以下であれば、液晶層が透過状態となることはない。

【0050】ストライプ状電極の一部に金属薄膜を形成すれば、ブラックマトリックスになり、不要な変調光を遮光でき、また、ストライプ状電極の抵抗を低減できる。

【0051】高分子分散液晶表示装置で表示コントラストを低下する原因に2次散乱光の影響がある。2次散乱光とは光変調層で散乱した光が出射側基板の表面で反射し、再び光変調層にもどり、散乱する光のことである。

【0052】出射側基板の厚みが厚くなると、基板表面で反射された光は、基板の側面に入射するようになる。したがって、2次散乱光は発生しにくくなるから、表示コントラストは向上する。

【0053】次に、出射側基板の出射側面を凹面にすれば、凹面に入射した光が曲がる角度は大きくなる。したがって、凹面の中心厚が薄くとも、2次散乱光を防止する効果は大きくなる。

【0054】出射側基板の側面に光吸収手段を施し、光を吸収するようにすればよい。さらに、出射側基板の出射面の有効領域に反射防止膜を付ければ、小さな角度で光変調層から出射する光の出射面における反射率が減少するので、黒表示部の輝度上昇を低減できる。なお、光吸収手段とは黒色塗料などが該当する。

【0055】光変調層の散乱特性が良好となるほど表示コントラストは向上する。しかし、光変調層の散乱特性が良好になるほど2次散乱の発生割合も多くなる。2次散乱光は表示コントラストを低下させる。2次散乱光の発生を防止するためには、基板厚を厚くすればよい。液晶パネルの基板厚を厚くすることは製造上困難である。液晶パネルの基板に厚いガラス板等を貼りつけばこの課題は解決できる。

【0056】2次散乱光防止効果は次式におけるGが1.5以下で顕著となる。

【0057】

【数9】

$$G = \frac{\pi B}{L}$$

【0058】さらに好ましくはGを1.0以下にする。なお、(数9)において、光変調層に電圧無印加状態での光変調層への照度をL、出射側基板より測定した輝度をB、円周率を π としている。

【0059】光変調層を厚くすれば、光透過状態とするために要する駆動電圧は高くなる。通常、アクティブマトリックス型液晶パネルの場合、光変調層に印加できる電圧は最大 ± 6 (V)程度である。実用上十分な表示コントラストを得ようとすると光変調層20 μ の膜厚では ± 8 (V)以上の電圧を印加しなければならない。この課題を解決するためには、先に説明したストライプ状の電極構造は重要である。ストライプ状電極構造では容易に高電圧印加を実現できるからである。

【0060】表示コントラストCRは、投写レンズのF値をF、光変調層の透過率をTとした時、(数9)のGを用いて次式の(数10)で示される。

【0061】

【数10】

$$CR = \frac{(2F)^2 T}{G}$$

【0062】したがって、F値が大きいとコントラストCRは小さくなる。透過率Tは0.7~0.9であるとし、表示コントラストCRは100以上必要とすると、 $G=1.5$ とすればF値は7程度となる。このことから投写光学系の有効F値は7近傍にする必要がある。同様に照明光学系の有効F値も投写光学系の有効F値と略一致させなければ光損失が生じる。

【0063】なお、投写光学系あるいは投写レンズのF値は集光角 u でも示すことができる。

【0064】

【数11】

$$F \text{ 値} = \frac{1}{2 \cdot \sin(u)}$$

【0065】ただし、 u は集光角である。パネルへの照明光は広がり角度とも呼ばれるが、広がり角度は集光角度と同様にF値でも示すことができる。本明細書では広がり角度および集光角度はF値で示す。

【0066】照明光学系の有効F値は、光変調パネルの有効表示領域 d とランプのアーク長により決定される。パネルサイズが大きくなると投写型表示装置を構成した際、システムサイズが大きくなり好ましくない。パネルサイズが小さいと、パネルの単位面積あたりに照射され

る光束量が多くなり、パネルの温度上昇劣化につながり好ましくない。以上のことから、パネルの有効表示領域 d は2インチから4インチである。前記パネルサイズで照明光の有効F値(照明光の広がり角度と同義)を7近傍にするためにはランプのアーク長は3 (mm) から6 (mm) にしなければならない。

【0067】以上のように、システムに要望される規格より、高分子分散液晶パネルをライトバルブとして用いる投写型表示装置には、構成上規定される範囲がある。

10 【0068】

【実施例】以下、図面を参照しながら、本発明の表示装置について説明する。(図1)は本発明の一実施例における表示装置の斜視図である。また、(図7)は、その等価回路図である。ただし、説明に不要な部分は省略し、また、説明を容易にするために誇張あるいは縮小等して図示した部分がある。以上のことは以下の図面に対しても同様である。

【0069】基板11(以下、アレイ基板と呼ぶ)上にはマトリックス状に画素電極51が形成されている。画素電極51にはそれぞれスイッチング素子としてのTFT61が接続されている。TFT61の一端はコンデンサ64および画素電極51に接続されている。画素電極51とストライプ状電極41の間に液晶53が挟持されている。コンデンサ64の他方の電極は共通電極63である。共通電極63は全画素のコンデンサ64の一方の電極に共通である。TFT61はゲート信号線 $G1 \sim Gm$ およびソース信号線 $S1 \sim Sn$ に印加された信号により動作する。ゲートドライブ回路14はゲート信号線 G_i (ただし、 i は1から m)の一端に接続される。ゲートドライブ回路14はTFT61を動作状態(以下、オンと呼ぶ)および非動作状態(以下、オフと呼ぶ)させる信号を出力する。一方、ソースドライブ回路15は映像信号をサンプリングし、ソース信号線 $S1 \sim Sn$ に出力をする。

【0070】 $C1 \sim Cm$ はストライプ状電極14であり、対向基板12上でかつ液晶層53と接する面に形成されている。前記電極14の平面図を(図4(a))に示す。通常ITOで形成される。ストライプ状電極41は少なくとも有効表示領域13の一端から他端までの長さがあり、その形成ピッチは画素ピッチと同一である。

【0071】ストライプ状電極41の一端は対向ドライブ回路16に接続されている。なお、ストライプ状電極41は対向ドライブ回路16の信号線とみなすことができ、信号線と呼ぶ際には対向信号線 $C1 \sim Cm$ と呼ぶ。ITOは比較的抵抗値が高いため、対向ドライブ回路16の接続点より非接続端に電圧降下が生じる可能性がある。この対策としては(図4(b))のごとく金属薄膜42を形成すればよい。金属薄膜42はクロムなどを用いる。開口部43は画素電極と対面する位置に位置し、金属薄膜42はTFT、ゲートおよびソース信号線上を

遮光するように配置する。つまり、金属薄膜42はブラックマトリックスの遮光効果とストライプ状電極の低抵抗化の2つの効果をあわせもつ。

【0072】画素の平面図を(図6(a))に示す。画素電極51とTFT61が接続されている。画素電極51の下層に共通電極63が形成されている。共通電極63と画素電極51の間は絶縁膜で絶縁されている。

【0073】ドライブ回路14、15、16は具体的にはICであり、前記ICの信号端子電極部にメッキ技術またはネイルヘッドボンディング技術を用いて数 μm から100 μm の高さの金(Au)からなる突起電極(図示せず)が形成されている。前記突起電極と各信号線とが導電性接合層(図示せず)を介して電気的に接続されている。導電性接合層は接着剤としてエポキシ系、フェノール系等を主剤とし、銀(Ag)、金(Au)、ニッケル(Ni)、カーボン(C)、酸化すず(SnO₂)などのフレークを混ぜた物、あるいは紫外線硬化樹脂などである。導電性接合層は、転写等の技術で突起電極上に形成する。

【0074】なお、(図1)ではドライブICを基板上に積載するように図示または説明したが、これに限定するものではない。たとえば、アレイ基板が高温ポリシリコンあるいは低温ポリシリコン技術を用いて作製されている場合は、直接半導体技術を用いて基板上に前記ドライブICを形成してもよいことは言うまでもない。また、基板11上にICを積載せず、フィルムキャリア技術を用いて、ICを積載したポリイミドフィルム等を用いて信号線と接続しても良い。

【0075】(図5)は本発明の一実施例における表示装置の表示部の断面図である。画素電極51の対向する位置にストライプ状電極が配置されている。金属薄膜を形成する場合には、(図5)の如く斜線部に位置するようにする。ストライプ状電極とストライプ状電極との形成間隔は可能な限り狭い方がよい。あまり広いと画素の開口率を低下させる。TN液晶パネルにストライプ状電極を形成した場合は、隣接したストライプ状電極41間に横電界が発生する。したがって、液晶分子が異常配向し、光ぬけが発生する。PD液晶の場合は横電界により液晶分子が配向し、入射光がより散乱するため問題が少ない。また、PD液晶はTN液晶のように配向処理が必要でない。そのため、PD液晶ではストライプ状電極間で配向みだれが生じることは当然のことながら発生しない。

【0076】隣接したストライプ状電極41間に電位差があると、2つのストライプ状電極間に電気力線が発生する。このように基板11に対して平行な方向に発生する電界を横電界と呼ぶ。

【0077】横電界があると、光変調層内の液晶分子は横電界に沿って配向する。光変調層が高分子液晶の場合、配向した液晶はPまたはS偏光のうち一方を散乱

し、他方を透過する。つまり、横電界が発生した箇所に入射した光がパネルを出射した際には偏光依存性を持つ。PまたはS偏光のうち一方を透過する(光抜け)ため、表示コントラストを低下させる。

【0078】これを防止するため、(図5)の点線で示すように、低誘電体膜54aを形成する事は効果がある。低誘電体膜とは光変調層53の比誘電率よりも低い比誘電率材料で形成した薄膜あるいは厚膜をいう。形成状態をしては土手状が例示される。材料としては、SiO₂あるいは高分子液晶のポリマー381等が例示される。SiO₂およびポリマーの比誘電率は4から5程度であり、液晶の比誘電率の15から30に比較して充分小さい。

【0079】低誘電体膜54aが形成されていると電気力線は液晶層53中を通過する。従って、横電界は発生しにくくなる。つまり、横電界に起因する光抜けがなくなり、表示コントラストは向上する。

【0080】画素電極51と信号線52間にも横電界は発生する。したがって、信号線52上に低誘電体膜54bを形成する事は効果があることは明らかであろう。

【0081】低誘電体膜54aと54bは分離して形成する必要はなく、例えば、低誘電体膜54aと54bを一体化し柱状に形成してもよい。なお、低誘電体膜の膜厚は厚いほど横電界防止効果があることは言うまでもない。

【0082】前記ストライプ状電極の間隔間と対面する位置にゲート信号線52が位置するように、対向基板12とアレイ基板11は位置あわせして貼り付けられる。画素電極51とストライプ状電極41間には高分子分散液晶53が挟持される。

【0083】本発明の表示装置の液晶層53に用いる液晶材料としては、ネマティック液晶、スメクティック液晶、コレステリック液晶が好ましく、単一もしくは2種類以上の液晶性化合物や液晶性化合物以外の物質も含んだ混合物であっても良い。なお、先に述べた液晶材料のうち、シアノビフェニル系のネマティック液晶またはクロル系のネマティック液晶が好ましい。中でも、クロル系のネマティック液晶は光による分解等が少なく安定である。また、液晶層の電荷保持率も90%以上と高く作製することができ、耐熱性も良好で好ましい。本発明ではクロル系の液晶を用いている。

【0084】樹脂材料としては透明な高分子が好ましく、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂のいずれかであっても良いが、製造工程の容易さ、液晶との分離等の点より紫外線硬化タイプの樹脂を用いるのが好ましい。具体的な例として紫外線硬化性アクリル系樹脂が例示され、特に紫外線照射によって重合硬化するアクリルモノマー、アクリルオリゴマーを含有するものが好ましい。これらは、紫外線を照射することによって樹脂のみ重合反応を起こして高分子となり、液晶のみが相分離

10

20

30

40

50

する。本発明では紫外線硬化タイプの樹脂を用いている。なお、先行文献米国特許公報4435047号の液晶表示装置は熱硬化型の樹脂を用いている。

【0085】このような高分子形成モノマーとしては、2-エチルヘキシルアクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、ネオペンチルグリコールアクリレート、ヘキサジオールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリトールアクリレート等々である。

【0086】オリゴマーもしくはプレポリマーとしては、ポリエステルアクリレート、エポキシアクリレート、ポリウレタンアクリレート等が挙げられる。

【0087】また、重合を速やかに行う為に重合開始剤を用いても良く、この例として、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン（メルク社製「ダロキュア1173」）、1-（4-イソプロピルフェニル）-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン（メルク社製「ダロキュア1116」）、1-ビドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（チバガイキー社製「イルガキュア651」）等が該当する。その他に任意成分として連鎖移動剤、光増感剤、染料、架橋剤等を適宜併用してもよい。

【0088】この際、高分子樹脂分と比較して液晶の量が少ない場合には独立した粒子状の水滴状液晶が形成されるし、一方、液晶の量が多い場合には、樹脂マトリクスが液晶材料中に粒子状、または、ネットワーク状に存在し、液晶が連続層を成すように形成される。この際に水滴状液晶の粒子径、もしくはポリマーネットワークの孔径がある程度均一で、かつ、大きさとしては0.5 μ m～数 μ mの範囲でなければ入射光の散乱性能が悪くコントラストが上がらない。なお、好ましくは水滴状液晶の平均粒子径もしくはポリマーネットワークの平均孔径は0.8 μ m～3.0 μ mの範囲がよい。この為にも紫外線硬化樹脂のように短時間で硬化が終了しうる材料でなければならない。また、液晶材料と高分子材料の配向比は90:10～30:70であり、中でも50:50～90:10の範囲が好ましい。

【0089】なお、本発明は光変調層53として高分子分散液晶を用いるとして説明をする。しかし、光変調層として高分子分散液晶に限定するものではない。たとえばツイストネマティック液晶、スーパーツイストネマティック液晶等を用いてもよい。ただし、後ほど説明する2次散乱光を防止して表示コントラストを向上させる本発明の表示装置では、特許請求の範囲の限定事項として、「光変調層は光散乱状態の変化として光学像を形成するもの」である必要がある。この光散乱状態の変化として光学像を形成するものとして、例えば熱書き込みモード、動的散乱モード(DSM)、強誘電性液晶が例示

される。液晶以外ではPLZTも例示される。本発明の技術的思想は以上の例を含むものである。また、TF Tにより画素電極に信号を書き込む液晶表示装置のみに限定されるものではなく、本明細書の特許請求の範囲に示す表示装置の技術的思想は光書き込み型の表示装置にもおよぶ。

【0090】(図1)に示す表示装置の構成は対向基板12上に対向ドライブ回路16を積載している。しかし、基板12および基板13の両方にIC14、15、16を積載する必要があるため、パネルの製造に多少困難性を伴う。そこでアレイ基板11上にIC14、15、16を積載した表示装置を(図2)に示す。

【0091】対向ドライブ回路16はアレイ基板11上に積載している。したがって、前記回路16の出力信号を対向基板11上のストライプ状電極41に伝達する必要がある。伝達の方法および構成について以下に説明する。

【0092】各ドライブ回路は、アレイ基板11上に配置されている。当然、ポリシリコン技術を用いて、アレイ基板11上に直接形成してもよい。(図3)は対向ドライブ回路16の信号出力端子34とストライプ状電極14の一端子33との接続部の断面図である。端子34は対向ドライブ回路16の信号線の一端である。端子33、34は金属薄膜で形成されている。前記金属薄膜はメッキ技術等を用いて比較的厚く形成されている。液晶層53の膜厚は10 μ m強であるから、一例として端子33、34の金属薄膜の膜厚は1 μ m以上4 μ m以下とする。

【0093】31は導電ビーズであり、前記ビーズは樹脂コアにNiメッキをほどこし、前記Niメッキ上にAuメッキをほどこしたものである。導電ビーズ31の直径は、液晶層53の膜厚以下であり、端子33と端子34間に挟持された時に、初期直径の70%以下につぶれるような直径であることが好ましい。したがって、5 μ mから10 μ m以下であることが好ましい。導電ビーズ31は絶縁性の接着剤32中に分散されている。前記導電ビーズ31は端子33と34に挟持された場合(導電ビーズ31b)は端子33と34間を電氣的に接続する。他の場合(導電ビーズ31a)は接着剤により絶縁状態となる。なお、ビーズ31に限定するものではなく、ファイバーであってもよい。

【0094】ゲートドライブ回路14、ソースドライブ回路15および対向ドライブ回路16はポリシリコン技術を用いればアレイ基板11上に形成できる。この場合、基板上にドライブ回路を実装する必要でないので低コスト化が望める。

【0095】(図7)に示す構成は画素構造が(図6(a))に示す共通電極方式と呼ばれるものである。ストライプ状電極41の構成は(図8)に示す前段ゲート方式と呼ばれる方式にも採用できる。(図8)に示す構

成ではコンデンサはゲート信号線 G_i (i は1から m)と画素電極51間に形成されている。画素の構成を(図6(b))に示す。TFT61は画素電極51と接続されている。画素電極とゲート信号線52上には絶縁膜(図示せず)が形成され、前記絶縁膜上に画素電極51が重ねられてコンデンサ64が構成されている。

【0096】(図10)は本発明の表示装置に係る駆動回路の一実施例のブロック図である。(図10)において、101はビデオ信号を所定レベルまで増幅するアンプ、102は正極性と負極性のビデオ信号を作成する位相分割回路である。なお、正極性とは対向電極の電位(以下、コモン電圧と呼ぶ)に対して高電位を、負極性とは低電位を指す。しかし、本発明の表示装置では対向電極とはストライプ状電極41を意味する。前記ストライプ状電極41の電位は対向ドライブ回路16により第1の電位と第2の電位は変化する。以下、コモン電圧とは第1の電位と第2の電位の平均値とみなして説明をする。

【0097】103はフィールドもしくは1水平走査(1H)期間ごとに極性が反転した交流ビデオ信号を出力する出力切り換え回路、105は液晶パネル、104はソースドライブ回路15、ゲートドライブ回路14および対向ドライブ回路16の同期制御を行うための制御回路である。

【0098】以下、本実施例の表示装置の駆動回路の動作について説明する。まず、アンプ101では、ビデオ信号の振幅が液晶53の電気光学特性に対応するように利得調整が行われる。次に、利得調整されたビデオ信号は位相分割回路102に入り、コモン電圧に対して正極性と負極性の2つのビデオ信号が作られる。2つのビデオ信号は出力切り換え回路103に入力される。出力切り換え回路103は1フィールドもしくは1H期間ごとに極性を反転したビデオ信号を出力する。このように信号の極性を反転させるのは、液晶53に交流電圧を印加するためである。液晶53は直流電圧が印加されると、分解、劣化するからである。

【0099】次に、出力切り換え回路103からのビデオ信号はソースドライブ回路15に入力される。制御回路104はソースドライブ回路15、ゲートドライブ回路14および対向ドライブ回路16と同期をとる。

【0100】(図11)は一画素に注目したときの信号波形である。ただし、モデル的に描いている。実際の駆動方法ではTFT等の寄生容量等があり(図11)とは多少異なる。なお、印加電圧等は概念的に例にあげて説明する。

【0101】111はストライプ状電極に印加される信号波形、112はソース信号線に印加される信号波形、113はゲート信号線に印加される信号波形である。ここでは説明を容易にするため、画素とは(図7)の画素71、ストライプ状電極41とはC1を、ゲート信号線

とはG1を、ソース信号線とはS1として説明をする。

【0102】対向ドライブ回路16は、 $+V_a$ および $-V_a$ の電位を出力する。また、テレビ信号の第1フィールド(1F)での出力電位は対向信号線C2i(ただし、 i は整数)に $+V_a$ を、C2i+1に $-V_a$ となるように電圧を出力する。次の第2フィールド(2F)では対向信号線C2i+1に $+V_a$ を、C2iに $-V_a$ となるように電圧を出力する。これらの電位となるように駆動するためには、対向信号線に印加する電圧を一走査期間(1H)ごとに書きかえていけばよい。つまり、対向信号線C2iが $+V_a$ 電圧、C2i+1が $-V_a$ 電圧の時を例にあげれば、対向信号線C1を $+V_a$ に変化させ、1H後にC2を $-V_a$ に変化させ、さらに1H後、C3を $+V_a$ というふうに変化させればよい。以上のように電圧を変化させていけば1フィールド後には全対向信号線の電位は反転する。次のフィールドでは再び、対向信号線C1に $-V_a$ に反転させる。

【0103】なお、電圧 V_a は液晶の立ち上がり電圧以下である。液晶の立ち上がり電圧とは、TN液晶では液晶の配向状態が変化し始める電圧を、高分子液晶では透過状態となり始める電圧をいう。立ち上がり電圧以下の電圧が液晶層に印加されても入射光は変調されない。つまり、高分子液晶では V_a 電圧が液晶の立ち上がり電圧以下であれば、画素電極が0(V)の時、液晶層が透過状態となることはない。

【0104】一方、ソースドライブ回路15も1Hごとに信号の極性を変化させる。(図11)ではソース信号線は $-V_b$ と $+V_b$ の電圧を出力している例である。ただし、これはラスタ表示の時であって、液晶パネルに動画を表示する場合は、(図11)のように $\pm V_b$ のように一定電圧の出力とならないことは言うまでもない。1HごとにソースドライブICの出力信号の極性を変化させる駆動方法は1H反転駆動と呼ぶ。

【0105】1H反転駆動を模式的に示すと(図13)のようになる。(図13)では一画素71を四角で示す。前記画素71に正極性の電圧が書き込まれている状態を+で表示し、負極性の電圧が書き込まれている状態を-で表示している。あるフィールドにおいて電圧の書き込み状態を(図13(a))とすると、1フィールド後の電圧の書き込み状態は(図13(b))で示される。

【0106】ゲートドライブ回路14はソース信号線からの電圧を確実に画素電極に書き込めるように、最大出力電圧よりも高い電圧(以下、オン電圧と呼ぶ)を出力し、また、ソース信号線からの最小出力電圧でもTFTがオン状態とならないように低い電圧(以下、オフ電圧と呼ぶ)を出力する。

【0107】(図7)において、TFT61がオンすると画素71に $-V_b$ 電圧が書き込まれる。その際、対向信号線C1は $+V_a$ 電圧に保持される。次のフィールドでは画素71には $+V_b$ 電圧が書き込まれる。その時、対

向信号線C1は $-V_a$ 電圧に保持される。以上の変化を1フィールドごとに繰り返す。したがって、画素71には $V_c = V_a + V_b$ となる電圧が印加されることになる。対向信号線C1の変化は $+V_a$ もしくは $-V_a$ の2値である。TFT61により画素に書き込まれる電圧は表示画像(映像信号)により変化する。

【0108】対向電極をストライプ状にすることにより、高電圧を画素に印加できる。しかし、TFTの動作中心に考えれば従来の1H反転駆動を行なっているにすぎない。したがって、ソースドライブICおよびゲート

ドライブICも従来のものを用いることができる。また、TFT51の耐電圧性能を向上させる必要もない。

【0109】たとえば $V_a = 4$ (V)とし、ソースドライブICの最大の出力電圧 V_m を6 (V)とすれば $V_c = V_a + V_m = 4 + 6 = 10$ (V)の駆動が可能である。従来の高分子分散液晶では、膜厚が $10 \mu m$ でほぼ透過状態にできる電圧は6 (V)である。 $10 \mu m$ では散乱特性は低く、良好な表示コントラストは望めない。10

(V)を液晶層53に印加できれば、液晶層53の膜厚は $15 \mu m$ 近傍にすることができ、散乱特性は飛躍的に向上する。したがって、良好な表示コントラストを実現できる。しかし、出力電圧 V_m を10 (V)にする必要がある。これは、本発明の表示装置で容易に実現できる。本発明によれば、アレイ基板12側は従来のものをそのまま(TFT、ドライブ回路等)で用いることができる。製造コストもさほど高くなることはなく、また、 V_m が6 (V)と従来のままであるから、TFT61が電圧ストレスにより劣化することもない。

【0110】なお、(図11)において、対向ドライブ回路16は $+V_a$ および $-V_a$ の電位を出力し、ソースドライブ回路15は $+V_b$ および $-V_b$ の電位を出力するとしたが、本発明の駆動方法はこれに限定されるものではない。以下、本発明の他の駆動方法の実施例について(図16)を用いて説明する。

【0111】理解を容易にするため、まず、(図14)を用いて先に説明した駆動方法について説明しておく。画素のTFT61はスイッチング素子であるからスイッチとみなすことができ、これをS2とする。また、液晶層53はコンデンサC1cとみなせる。なお、Caはコンデンサ64である。対向信号線Ciは $+V_a$ と $-V_a$ の電位が印加されるから、2つの電位はスイッチS1で切りかえるのと同等とみなせる。今、液晶層53に印加される電圧をV1、コンデンサ64に印加される電圧をV2とする。

【0112】ゲート信号線にオン電圧が印加されるとTFT61は動作状態となり、ソースドライブ回路15からの信号を画素電極51に印加する。前記信号が負極性の $-V_b$ であり、対向信号線41の電位が $+V_a$ であれば、液晶53に印加される電圧V1は $V_a + V_b$ となる。正極性の $+V_a$ の信号であれば、スイッチS1をa端子に

切りかえ、対向信号線41の電位を $-V_a$ にすれば、同様に液晶53に印加される電圧は $V_a + V_b$ となる。したがって、ソースドライブ回路15から出力される信号が V_b であっても、液晶に印加される電圧V1は対向信号線の電位 V_a が加えられて、液晶には高電圧($V_a + V_m$)を印加することができる。なお、対向信号線41に印加された電位が $+V_a$ の時、画素電極51に印加する信号が正極性であってもよい。ただし、 $+V_a$ 電圧以下という条件は満足させる必要がある。画素電極51に印加された電圧が $+V_a$ であり、対向信号線41に印加された電位が $+V_a$ であれば、液晶には $V_a - V_a = 0$ (V)となり全く電圧を印加しない状態にできるからである。したがって、画素電極51に印加する電圧は対向信号線41が $+V_a$ の時は $+V_a$ 以下に、対向信号41が $-V_a$ の時には $-V_a$ 以上にすればよい。

【0113】次に本発明の表示装置の他の駆動方法について説明をする。(図16)は対向ドライブ回路16がコモン電圧(理解を容易にするために0 (V) = GNDとする)電位と、 $+V_a$ および $-V_a$ の3つの電位の信号を出力できる場合の説明である。

【0114】まず、(図16(a))に示すように、対向信号線41の電位をGNDにした状態で画素電極51に電圧 V_x を書きこむ。液晶53に印加される電圧は $V_1 = V_x$ となる。一水平走査期間(1H)後は次のゲート信号線にオン電圧が印加されており、先にオン状態のTFTはオフ状態となる(S2オープン)。この時の等価回路図を(図14(b))に示す。TFTがオフとなると同時にスイッチS1を端子aまたはcに切りかえる。画素電極51に印加されている信号の電位が正極性の場合は、端子cに($+V_a$ に)、負極性の場合は端子a($-V_a$)にする。対向信号線41に印加される電圧が $+V_a$ または $-V_a$ にされるわけであるから、前記電圧はC1cとCaに分圧されて印加される。分圧されC1cに印加される割合rは、

【0115】

【数12】

$$r = \frac{C_a}{C_{1c} + C_a}$$

40

【0116】となる。高分子分散液晶表示装置の液晶膜厚はTN液晶表示装置の液晶膜厚が $5 \mu m$ に対し、 $10 \mu m$ 以上と厚く、また液晶の比誘導率 ϵ は低い。したがって、液晶の容量C1cは小さい。その分、コンデンサCaの値は大きくする必要がある。一例としてC1c : Ca = 1 : 9である。

【0117】前記C1cとCaの値を(数12)に代入すると、 $r = 0.9$ となり、対向信号線の電圧変化分の90%が液晶層53に印加されることとなる。したがって、電圧変化に対する液晶に印加できる電圧効率(以

50

後、電圧効率と呼ぶ)が非常によい。これはTN液晶表示装置と異なり、高分子分散液晶表示装置に特有の事項である。

【0118】以上のようにTFTがオフした後、画素電極51に正極性の電圧が印加されている場合は対向信号線41に正電圧を印加する。画素電極51に負極性の電圧が印加されている場合は対向信号線41に負電圧を印加する。これが本発明の第2の実施例の駆動方法である。

【0119】なお、IH後、すぐに対向信号線41の電位を切り換える必要はなく、多少の時間は遅延後であってもよい。ただし、遅延が長いほど液晶に印加される実効電圧は低下する。

【0120】以上は対向基板12にストライプ状電極41を形成した構成の表示装置の駆動方法であった。以下に、本発明の他の表示装置の構成および駆動方法について説明をする。

【0121】(図9)は本発明の第2の実施例における表示装置の等価回路図である。一画素は(図6(a))に示す形状である。液晶53は画素電極51と対向電極91間に挟持される。対向電極91は有効表示領域の全画素71に共通である。コンデンサ64は画素電極51と共通電極63とで形成される。前記共通電極63は画素行にそって形成される。前記共通電極63の一端はコンデンサ駆動回路92に接続されている。ここで、共通電極63をコンデンサ駆動回路92の信号線とみなし、コンデンサ信号線Di(iは1からm)と呼ぶことにする。他の構成は(図7)と同様であり、駆動回路も(図10)の対向ドライブ回路16をコンデンサ駆動回路92におきかえればよいので説明を省略する。なお、コンデンサ駆動回路92の動作は対向駆動回路16の動作とほぼ同様である。

【0122】以下、(図9)に示す表示装置の駆動方法について説明をする。(図15)は駆動方法の説明図である。なお、説明を容易にするためにコンデンサ駆動回路92は V_{b1} 、 V_{b2} とGND電圧をDi信号線に出力できるものとする。本来GND電圧とはコモン電圧よりも低い電圧にするが、ここでは0(V)と考えた方が理解しやすいため、0(V)として説明をする。また、 V_{b1} は負極性の電圧、 V_{b2} は正極性の電圧とする。

【0123】まず、コンデンサ駆動回路92はコンデンサ信号線Diの電位をGNDにする。ソースドライブ回路15は画素電極51に正極性の電圧 V_p を書き込む。したがって、液晶53に印加される電圧は $V_1 = V_p$ となる。一水平走査期間(1H)後、コンデンサ駆動回路92はコンデンサDiに負極性の電圧に V_{b1} を出力する。先の実施例でも述べたように、C1cはCaに比較して小さく、一例としてC1c:Ca=1:9である。負極性の電圧 V_{b1} は(式1)により分圧されてC1cとCaに印加されるが、その大部分はC1cに印加される。したがっ

て、C1cに印加される電圧はほぼ $V_p + V_{b1}$ となる。

【0124】画素電極51に負極性の電圧 V_{b2} を書き込む場合は、まず、コンデンサ駆動回路92はコンデンサ信号線DiにGND電圧を出力する。次に、一水平走査期間(1H)後、コンデンサ駆動回路92はコンデンサ信号線Diに正極性の電圧 V_{b2} を出力する。つまり、画素電極51には、ほぼ $V_p + V_{b2}$ の電圧が印加されることになる。

【0125】画素電極51には1フィールド周期で $V_p + V_{b1}$ と $V_p + V_{b2}$ の電圧が印加される。つまり、交流駆動される。

【0126】なお、コンデンサ駆動回路はまず、GND電圧を出力し、一水平走査期間(1H)後、 V_{b1} または V_{b2} 電圧を出力するとしたが、一水平走査期間に限定するものではない。たとえば、二水平走査期間(2H)後であってもよい。ただし、その場合、画素電極に印加される実効電圧は多少低くなる。また、まずGND電圧をコンデンサ信号線Diに出力して、次に V_{b1} または V_{b2} 電圧を出力するとしたが、これに限定するものではない。たとえば、画素電極51に正極性の電圧 V_p を書き込む場合、コンデンサ信号線Diに正極性の電圧 V_{b2} を印加しておき、一水平走査期間後コンデンサ信号線Diに負極性の電圧 V_{b1} を印加してもよい。この場合、GND電圧を出力することは不要となる。ただし、電圧制御はやりにくくなるであろう。

【0127】以上の実施例は液晶層53の膜厚を厚くして表示コントラストを向上させる方法であった。つまり、液晶層53の膜厚を厚くする→液晶層53を透明状態にするのに比較的高い電圧が必要→ストライプ状電極等の構造を採用→高電圧を液晶層に印加できる→表示コントラストが向上する。という方法あるいは表示装置の発明であった。

【0128】高分子分散液晶表示装置は表示コントラストが低いという課題に対して、我々は2次散乱光を防止する構成あるいは方法も発明した。以下、2次散乱光を防止する方法、構成について説明する。

【0129】まず、理解を容易にするため本発明の表示装置のモデルについて説明をしよう。本発明の一実施例である表示装置の説明図を(図17)に示す。入射側基板178と出射側基板179の間に光変調層53が挟持されているものとする。出射側基板179はアレイ基板11に透明板(ガラス基板など)を光学的結合させたものと考えてもよい。なお、光学的に結合とは、基板と基板間を、前記基板の屈折率とほぼ等しい透明材料で接合あるいは接合することをいう。

【0130】光変調層53に電圧を印加しないで、表示領域内の点Aを中心とする微小領域171だけに細い平行光を照射する場合について考える。微小領域172に入射した光は散乱光173aとなり散乱する。散乱光は出射面176に達する。出射面176と散乱光173a

との角度 θ が臨界角以下の時は透過光線174となる。臨界角以上の時は反射光線175となる。反射光線175は再び光変調層53に入射し、再び散乱光173bが前方に出射する。これは光変調層53に2次光源が形成されたことに相当する。このように反射光線175が、再び光変調層53に入射し、散乱することを2次散乱と呼び、その光を2次散乱光と呼ぶ。

【0131】光変調層53からの再出射光の輝度分布は微小領域172を中心として回転対称となる。再出射光の輝度分布は(図18)に示す光リング181となる。

【0132】光リング181は微小領域172から出射され、出射面176と臨界角 θ で反射され、再び光変調層53にもどる位置近傍に出現する。これは、臨界角以下のとき、光は透過光174となり、臨界角より十分大きい角度の反射光の発生割合が少ないことから直感的にも推測される。今、基板179の屈折率 n が1.52とすれば、空気の屈折率は1.0であるから臨界角 θ は $\theta = \sin^{-1}(1/n) = \sin^{-1}(1/1.52) = 42$ 度となる。

【0133】(図18)に示すように基板179の厚みが比較的薄いときは光リング181の直径 $2r$ は有効表示領域182の対角長 d より小さい。したがって、有効表示領域182内に光リング181が発生するから表示コントラストを低下させる。(図19)に示すように、基板179の厚みが厚い時は光リング181の直径 $2r$ は有効表示領域の対角長 d よりも大きくなる。つまり、反射光175は有効表示領域以外の領域(以後、無効領域と呼ぶ)に形成された光吸収膜171に入射し、そして吸収される。光吸収膜171とは黒色塗料等が例示される。

【0134】光リング181の直径が有効表示領域の対角長 d より大きくなる条件は、基板179の厚みを t とすれば

【0135】

【数13】

$$\frac{t}{d} \geq \frac{1}{4} \sqrt{n^2 - 1}$$

【0136】である。(数13)に $n=1.52$ を代入すれば $t/d \approx 0.3$ となる。実際にその効果をたしかめた結果を(図27)に示す。(図27(a))に示すようにパネルに平行光線を照射し、出射側から光変調層の輝度を測定する。輝度 B とは出射側基板179の厚み t が、有効表示領域の対角長 d に対して極めて薄い時である。具体的には $d=55$ (mm)に対して $t=1$ (mm)である。 B_e は基板厚 t を変化させた時の輝度である。(図27(b))は縦軸を輝度比(B_e/B)とし、横軸を相対基板厚(t/d)としている。(図27(b))より $t/d=0.3$ で一定となり、 $t/d <$

0.3の時、輝度比(B_e/B)の低下割合が大きいことがわかる。

【0137】輝度比が小さいことは表示コントラストが高いことを示す。(図27(b))によれば $t/d=0.25 \sim 0.3$ 以上でコントラスト向上効果は十分であり、先の t/d の $1/2$ である $t/d=0.15$ でも実用域であることがわかる。したがって、基板の屈折率 $n=1.52$ の時 t/d は 0.15 以上が好ましく、さらには(t/d)は 0.3 以上が好ましい。以上のことから(数13)の条件の $1/2$ であっても実用上支障がない。したがって基板179の厚み t と有効表示領域の対角長 d の関係は次の(数14)を満たせばよい。

【0138】

【数14】

$$\frac{t}{d} \geq \frac{1}{8} \sqrt{n^2 - 1}$$

【0139】ある画素からでた散乱光が本来黒表示となるべき画素にも他の画素に入射すると、そこに拡散反射による2次光源が形成されるので、本来黒表示となるべき画素の輝度が高くなってしまう。この2次散乱光を黒色塗料171で吸収すれば表示コントラストを向上できる。本発明はこの技術的思想を透明基板212等で実現する。

【0140】以上から、光散乱により変調を行なう表示装置をライトバルブとして用いた投写型表示装置の投写画像のコントラストが良くないという問題点は、光変調層53の散乱特性が小さいという点も原因の1つであるが、上記メカニズムが原因となっている。出射側基板179の厚さ t が厚くなるほど、2次散乱光による輝度の上昇は小さくなる。従って、出射側基板179の厚さを厚くすれば、表示画像のコントラストが向上する。

【0141】以上の説明は出射側基板179に関する説明であるが、微小領域172に入射し、入射側に反射した光についても同様のことが論じれる。つまり反射光は、入射側基板178の光入射面に戻る。この場合は、入射側基板178の厚みを厚くすれば2次散乱光の発生を防止できる。以上の記述は特願平4-145297号にてさらに詳しく説明されているので参照されたい。

【0142】次に、出射側基板179の出射側面が凹面の場合について説明する。出射側基板179の材質を同一として、出射面176だけを凹面に変え、(図20)に示すように、光変調層53に電圧を印加しないで表示領域内の点Aを中心とする微小領域172だけに入射側から細い平行光を照射する。光変調層53上の点Aから出て凹面176上の点Bで反射し光変調層53上の点Cに入射する光線を考えると、出射面176が平面から凹面が変わることにより、点Bに入射する光線の入射角が大きくなるから、光リング181の直径 $2r$ は大きくな

る。従って、出射側基板 176 の出射面 176 を平面から凹面に変えることにより、再出射光の輝度を低減することができ、表示画像のコントラストを向上させることができる。このことは、出射側基板 179 の出射面が凹面の場合、出射面が平面の場合と比較して、中心厚 t が薄くてもコントラスト向上の効果が大きいことを意味する。したがって、(数 14) には制約されない。

【0143】212 は透明基板であり、対向基板 12 およびアレイ基板 11 と光学的結合されている。光学的結合材料としては紫外線硬化型接着剤が例示される。前記接着剤は対向基板 212 を構成するガラスの屈折率に近いものが多く、この用途に十分である。また、紫外線硬化型接着剤だけに限定されるものではなく、透明シリコン樹脂なども用いることができる。他にエポキシ系透明接着剤、エチレングリコール等の液体等も用いることができる。留意すべき点は対向基板 12 等に透明基板 212 を接着する際、光学的結合層に空気が混入しないようにすることである。空気層があると屈折率差により画質異常を生じる。なお、透明基板 212 と対向基板 12 等とを光学的に結合させることをオプティカルカップリングと呼ぶ。

【0144】透明基板 212 は対向基板 12 と同一材質のガラス基板を用いることが好ましい。他にアクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂等の透明樹脂なども用いる事ができる。これらにガラスの屈折率に近いものが得られ、比較的安価であり、また、プレス加工等により任意の形状を容易に形成できる。

【0145】透明基板 212 の側面には黒色塗料等を用いて光吸収膜 171 が形成されている。前記光吸収膜 171 は側面に限定されるものではなく、光の入出射面以外の無効領域にできるだけ広い領域にわたり形成することが好ましい。

【0146】透明基板 212 a の空気に接する面から光変調層 53 までの距離 t は透明板の屈折率 n 、光変調パネルの有効表示領域の最大径を d として、(数 14) を満足するようにする。

【0147】(図 22) は本発明の表示装置の断面図である。対向基板 12 上には、対向電極 91 およびブラックマトリックス 221 が形成されている。ブラックマトリックス 221 は TFT61、ゲート信号線 (図示せず) およびソース信号線 (図示せず) に対面するように配置される。一方、アレイ基板 11 上には画素電極 51 および TFT221 が形成されている。また、TFT 上には遮光膜 222 が形成されている。遮光膜 222 として、アクリル系樹脂にカーボンを分散させた薄膜構成、あるいは TFT61 上に絶縁膜 (図示せず) を形成し、その上に金属薄膜を形成した構成が例示される。遮光膜 222 は液晶層 53 内で散乱した光が TFT61 の半導体層に入射することを防止する。遮光膜 222 は (図 1) (図 2) の表示装置でも採用している。アレイ基板

11 および対向基板 12 の周辺は封止樹脂 223 で封止され、前記基板間に光変調層 53 としての高分子分散液晶が挟持されている。同様に透明基板 212 b の中心膜 t も (数 14) を満足するようにする。なお、先にも述べたように透明基板 212 が凹レンズの場合は (数 14) の条件を満足する必要はない。

【0148】次に、透明基板 212 の効果についてさらに述べる。透明基板 212 がいない場合、光変調層 53 で散乱した入射光 C は A_2 および B_2 で示される。散乱光 A_2 は対向基板 12 内で反射を繰り返し、再び光変調層 53 に入射する。前記入射光は再び散乱するから 2 次光源となり表示コントラストを低下させる。散乱光 B_2 はアレイ基板 11 と空気に接する面で反射し、TFT61 の半導体層に入射する。TFT61 の半導体層は前記入射光により励起され、ホットコンダクタ現象が発生する。すると TFT61 はリーク状態となり、これも表示コントラストの原因となる。

【0149】透明基板 212 a、212 b が設けられていると、散乱光 A_2 および B_2 はなくなり、散乱光 A_1 および B_1 となる。散乱光 A_1 および B_1 は光吸収膜 171 で吸収されるから、ホットコンダクタ現象が発生することも 2 次散乱光となることなく表示コントラストを向上できる。

【0150】(図 22) では透明基板 212 は円柱あるいは板上として説明した。透明基板 212 は (図 20) で示すように平凹レンズとしてもよい。また、前記平凹レンズに正レンズを組み合わせる構成も考えられる。

【0151】本発明の表示装置には、多くの変形が考えられる。変形として考えられる構成の例を (図 21 (a)) ~ (図 21 (k)) に示す。いずれも、図面の右側が入射側であり、透明基板 212、平凹レンズ 214 は透明接着剤により液晶パネル 211 に光学的に結合されている。また、透明基板 212、平凹レンズ 214 の無効領域には光吸収膜 171 が塗布されている。平凹レンズ 214 を用いる場合には、正レンズ 213 を組み合わせることができる。なお、表示装置の入射側には、投写画像の周辺部を明るくするためにフィールドレンズを配置するのがよいが、液晶パネル 211 の入射側に平凹レンズ 214 を用い、その入射側に正レンズ 213 を近接配置する場合には、その正レンズ 213 はフィールドレンズとして機能することになる。

【0152】(図 21 (a)) ~ (図 21 (k)) に示したいずれの構成も、前述の実施例と同様に良好な画像表示が得られる。なお、表示装置の液晶層 53 から空気と接する面までを 1 つの材料で構成してもよいし、複数の材料を組み合わせてもよい。

【0153】平凹レンズ 214 の光出射面もしくは光入射面には反射防止膜が形成される。平凹レンズ 214 はアクリル樹脂を用い、成型加工により作製している。成型加工は金型があれば、同一のレンズを作製できるの

で、量産性がよい。本発明の表示装置を用いて投写型表示装置を構成する場合は、平凹レンズ214等を組み合わせた状態で、光変調層53上の光学像がスクリーン上で結像するようにすればよい。(図20)に示すように、透明基板212を平凹レンズに構成することにより透明基板212の厚みは(数14)によらず、薄い厚みで十分に2次散乱光を防止することができる。

【0154】たとえば(図21(k))では平凹レンズ214に正レンズ213が近接して配置されている。正レンズ213の一方の凸面の曲率半径は、平凹レンズ214の凹面の曲率半径と等しい。前記凹面と凸面間に薄い空気間隔を設けている。平凹レンズの凹面および両凸レンズの両凸面には反射防止膜が蒸着されている。先と同様に本発明の表示装置を用いて投写型表示装置を構成する場合は投写レンズを、平凹レンズ214、正レンズ213を組み合わせた状態で、光変調層53上の光学像スクリーン上に結像するようにする。

【0155】高分子分散液晶のように光散乱状態の変化として光学像を形成する光変調層53を有するライトバルブは、光変調層が完全散乱状態に近いほど表示コントラストは向上する。

【0156】以上のように基板厚 t と有効表示領域の対角長 d とは重要な関係があることがわかった。我々はさらに検討を進め、光変調層53の散乱特性を所定値以上とすることにより、2次散乱光の防止効果を大幅に向上できることを発見した。

【0157】(図17)において散乱光173aが出射面176で反射し、再び光変調層53に入射して2次散乱が生じる。光変調層53の散乱特性が悪いと2次散乱も生じにくい。つまり、2次光源となることはない。

【0158】光変調層53が完全散乱状態に近くなると2次散乱の発生割合も多くなる。したがって、出射側基板179の厚み t が(数14)の条件を満足することが必須になる。本発明者らは種々の実験を繰り返し、光変調層53に電圧無印加状態で、入射側基板179より微小領域172への入射光の照度を L 、出射側基板179より微小領域172から測定した輝度を B としたとき(数15)で示される G が1.5以下、好ましくは1.0以下のとき、2次散乱光の防止効果が顕著であることを確認した。なお、(数15)において π は円周率である。

【0159】

【数15】

$$G = \frac{\pi B}{L}$$

【0160】以下、(数15)の G を1.5以下とすることの根拠について説明をする。そのためには光変調層53の特性の評価手法について説明しなければならない。(図23)および(図24)は光変調層の特性の評

価手法の説明図である。

【0161】(図23)(図24)において、211は透明基板212を取り付けない状態の表示装置であり、224は表示装置211に透明基板212を取り付けた表示装置214である。231は平行光光源であり、略平行光の光を表示装置に照射する。232は輝度計であり、光変調層53の微小領域の輝度を測定するものである。

【0162】平行光光源231より表示装置211、224に照射する。輝度計232は角度 θ を変化させながら、光変調層の微小領域の輝度を測定する。なお、距離 x は十分長くとる。なぜならば、透明基板の厚みにより(図23)と(図24)の x の光学的距離に差が生じるのを防止するためである。前記測定結果を(図25)に示す。251は(図24(a))の表示装置の輝度(B)－角度(θ)曲線(以下、 $B-\theta$ 曲線と呼ぶ)、252は(図24(b))の表示装置の $B-\theta$ 曲線である。(図24(b))の表示装置では輝度(B)が低下することがわかる。この原因は透明基板212により2次散乱光が抑制されているためである。 $B-\theta$ 曲線251と252の差は光変調層53の散乱特性がよくなるほど大きくなる。

【0163】前述の $B-\theta$ 曲線で $\theta=0$ 度のときの輝度 B とライトバルブの光入射面で測定した照度 L を用いて、(数15)によりパネルゲイン(G)を計算する。

【0164】次に、 $\theta=0$ のときの(図23)の表示装置の輝度 B_1 と(図24)の表示装置の輝度 B_2 との比、 B_2/B_1 をとり、輝度低下割合 $D(=B_2/B_1)$ を計算する。前記輝度低下割合 D とパネルゲイン G の関係曲線(以下、 $D-G$ 曲線と呼ぶ)を描くと(図26)の傾向になる。

【0165】(図26)ではパネルゲイン G が1.5以上では輝度低下割合(D)が小さく、パネルゲイン G が1.0以下で急激に輝度低下割合(D)が大きくなることを示している。つまり、パネルゲイン G は1.5以下にすることが好ましく、さらには1.0以下にすることが好ましい。

【0166】本発明の表示装置をライトバルブとして用い、投写型表示装置を構成した際、コントラスト CR は次の(数16)で示される。

【0167】

【数16】

$$CR = \frac{(2F)^2 T}{G}$$

【0168】(数16)において、パネルゲイン G は(数15)で求められる。また、 F は投写レンズの有効 F 番号(以後 FN と呼ぶ)、 T はライトバルブの光変調層53に最大電圧が印加されたときの光の透過率であ

る。前記透過率Tは通常0.7~0.9である。透過率を低減させているのは、対向電極を構成するITOの反射率および光変調層の光の吸収率等である。

【0169】(数15)(数16)の導出については少し説明が必要である。まず(数15)について説明する。ここで(数15)および(数16)について簡単に説明しておこう。

【0170】平行光を表示装置の光変調層53に入射させ、その時の光変調層53の照度をLとする。輝度Bは前記照度Lを円周率 π で除算したものである。また、光変調層53の光散乱による輝度低下割合をパネルゲインGとして定義する。パネルゲインGは散乱特性が良好なほど小さくなる。以上のことから、光変調層53の輝度Bは

【0171】

【数17】

$$B = \frac{G L}{\pi}$$

【0172】となる。(数17)式を変形すれば(数15)が求まる。次に(数16)について説明をする。輝度 B_0 の発光体を、FN ϕ がFの投写レンズでスクリーン(像面)に投写する。そのスクリーン照度(像面照度)Lは一般的な光学理論式より、

【0173】

【数18】

$$L = \frac{\pi B_0}{4 F^2}$$

【0174】である。(数17)よりパネルの輝度は $B = G L / \pi$ である。したがって、光変調層53が光散乱状態の時の、光変調層53の輝度Bは(数17)に(数18)を代入して

【0175】

【数19】

$$B = \frac{G B_0}{4 F^2}$$

【0176】となる。光変調層53が透明状態の時、また、その光透過率をTとすれば、光変調層53の輝度Bは

【0177】

【数20】

$$B_T = B_0 T$$

【0178】となる。表示コントラストCRは、B(黒表示)、 B_T (白表示)の比であるから、

【0179】

【数21】

$$C R = \frac{B_T}{B} = \frac{4 F^2 T}{G}$$

【0180】となり、(数16)が求まる。パネルゲイン $G = 0.5$ とは、透過型光変調パネルが完全拡散状態となった時の値である。 $G = 0.5$ の時、輝度低下割合が仮に0.5であれば実効的なパネルゲインは $0.5 \times 0.5 = 0.25$ となることを示している。以後、透明基板等の2次散乱防止効果により輝度低下割合Dを考慮したパネルゲインを実効パネルゲイン G' と呼ぶ。

【0181】パネルゲインGが1.5以下、好ましくは1.0以下の時、輝度低下割合Dが大きくなり、実効パネルゲイン G' が小さくなる。前記実効パネルゲイン G' は(数16)において $G = G'$ とおきかえることができるから、表示コントラストを向上できることになる。

【0182】パネルゲインGを1.5以下にするためには、光変調層53の散乱特性をより完全拡散状態にしなければならない。完全拡散状態に近づける方法としては、(1)光変調層53の材料開発により散乱特性を向上させる方法。(2)光変調層53の膜厚を厚くする方法がある。(1)の方法は光変調層53の膜厚および駆動電圧を変化させず散乱特性を向上するものであるから好ましいが、材料開発はそうたやすいものではない。

(2)の方法は膜厚を厚くするだけであるから容易である。しかし、膜厚を厚くするほど光変調層を透過状態にするのに要する電圧は高くなる。一例として高分子分散液晶のポリマーと液晶との比率が約4:6で、かつ、液晶にネマティック液晶を用いた場合、液晶膜厚が12(μm)の時、パネルゲインGは約1.8であり、駆動電圧は6(V)である。液晶膜厚が20 μm の時、パネルゲイン $G =$ 約0.8強であり、駆動電圧は10(V)であった。駆動電圧VとパネルゲインGの関係の一例を(図28)に示す。

【0183】印加電圧の1つの目安として $\pm 6 \sim 7$

(V)以内という制約がある。この制約の一原因は画素電極への映像信号を出力するソースドライバIC15の駆動能力の問題である。

【0184】パネルゲインGを1.5以下にしようとする駆動電圧は7(V)以上、パネルゲインGを1.0以下とするには駆動電圧は9(V)以上必要である。

(図1)または(図2)に示す本発明の表示装置および、本発明の表示装置の駆動方法を用いれば、液晶層53に10(V)程度の電圧を印加することは容易である。したがって、(図1)または(図2)等のストライプ状電極14を形成することにより駆動電圧を10

(V) 以上にできるから、パネルゲイン G を1.5以下にできる。さらに、(図22)に示すような透明基板212をパネルにオプティカルカップリングすることにより、実効パネルゲイン G' の低減効果を得られる。つまり本発明の表示装置は良好な表示コントラストを実現できることになる。当然のことながらストライプ状電極の構成を採用せずとも、パネルゲイン1.5以下を実現できれば、良好な表示コントラストを実現できる。また、(図9)に示す構成でも液晶層53に高電圧を印加でき、良好な表示コントラストを実現できる。

【0185】(図1)等に示すようにストライプ状電極14を有する構成を採用することにより、液晶層53に高電圧を印加できるようになる。多少の困難性があるが(図6(b))に示すような前段ゲート方式でも、10V程度の高電圧印加を実現できる。ただし、ゲート信号線への印加電圧が高くなるから、TFT61の耐圧による劣化は生じる可能性はある。(図1)の表示装置では耐圧による劣化は生じない。

【0186】前段ゲート方式の等価回路図は(図8)で示される。ただし、対向ドライブ回路16は必要なく、ストライプ状電極41は全画素共通の対向電極91(図示せず)とする。

【0187】(図12)は(図8)の構成で液晶層53に高電圧を印加するための説明図である。実線はTFT61のゲートの電圧波形、点線はコンデンサ64を形成する前段のゲート電圧波形である。TFT61オフ直後に突き抜けによって電圧 $dV1$ および $dV4$ だけ低下し、次に点線で示す補償電圧 $V_e(+)$ 、 $V_e(-)$ でそれぞれ $dV2$ 、 $dV5$ だけ補償される。同一の電位に設定した対向電圧 V_t と信号電圧の中心 V_{sc} を中心に正負 $V^*(+)$ 、 $V^*(-)$ だけ対称にバイアスされる。

【0188】ゲートドライブIC14は、通常駆動のTFT61オン・オフレベルに加えて、TFT61の寄生容量によって発生する突き抜け電圧を補償する二つの $V_+(+)$ 、 $V_+(-)$ を持つ4レベルの信号を出力する。二つの補償電圧の中間レベル最適化でソース信号の電位中心と画素電位の電位中心と対向電位(固定)が同電位で駆動できる。

【0189】また、2つの補償電圧間の振幅($V^*=V_+(+)+V_+(-)$)は、液晶53にバイアス電圧を印加する効果がある。これを最適値に設定すればソース信号の最大振幅6(V)で十分なコントラストを得られる。たとえば、液晶53に ± 10 (V)の電圧を印加するためには $V_+(+)+V_+(-)$ により ± 4 (V)分バイアスさせれば、ソース信号線の最大振幅は6(V)でよい。以上のような駆動方法をバイアス駆動と呼ぶ。

【0190】他に比較的高電圧を液晶層53に印加できる方法として1H対向反転駆動があげられる。前記駆動は1水平走査期間(1H)ごとに一行の画素列に信号を書き込むと同時に対向電極91の電位の極性を反転させ

るものである。対向電極の消費電力が大きくなる点、パネルの寿命が短くなるという欠点があるが、1H対向反転駆動を本発明の表示装置の駆動方式として採用することも可能である。

【0191】以上のように、ストライプ状電極14の構成を採用せずとも、液晶層53に比較的高い電圧を印加する方法(バイアス駆動、1H対向反転駆動)は存在する。前述の駆動と(図21)に例示する構成と(数15)の $G<1.5$ の条件を満足させることにより良好な表示コントラストを実現できる。

【0192】本発明の表示装置では光変調に偏光板を用いないため、高輝度表示を実現できる。また、容易に液晶層53に高電圧を印加できる構成を採用すること、あるいは透明基板179の効果により高コントラスト表示を実現できる。当然のことながら高電圧を印加できる構成を採用し、かつ、透明基板179の2次散乱光の防止効果両方によりさらに表示コントラストを向上できることはいままでのない。

【0193】透明基板179は2次散乱光防止効果をもつ。ただし、2次散乱防止効果の利益を十分に得ようとするとパネルゲイン G は1.5以下に好ましくは1.0以下にする必要がある。後ほど説明をするが、実用上十分なコントラスト CR を得るためにも、パネルゲイン G は1.5以下を実現する必要がある。パネル G を1.5以下を実現しようとすると、液晶層53に少なくとも7(V)以上の電圧を印加せねばならない。(図1)等に示す本発明の表示装置はストライプ状電極14を形成しているため、ソースドライブ回路15の信号振幅を大きくすることなく、液晶層53に高電圧を印加できる。

【0194】以上のように本明細書では、大きく考えて3つの表示装置の発明の記載がある。第1番目はストライプ状電極を形成した表示装置、第2番目は透明基板179を有し、かつパネルゲイン $G<1.5$ を実現した表示装置、第3番目は第1番目と第2番目の表示装置を組み合わせた表示装置である。

【0195】以下、図面を参照しながら本発明の投写型表示装置について説明する。(図32)は本発明の投写型表示装置の構成図である。ただし、説明に不要な構成要素は省略している。

【0196】(図32)において、321は集光光学系であり、内部に凹面鏡および光発生手段としてのメタルハライドランプあるいはキセノンランプを配置している。前記ランプはアーク長が3(mm)以上6(mm)以下のものを用いる。メタルハライドランプは250(W)クラスのものでアーク長は略6.5(mm)、150(W)クラスのものでアーク長は略5(mm)である。凹面鏡はランプのアーク長にあわせて適正值に設計する。凹面鏡は楕円面鏡あるいは放物面鏡を用いる。322は赤外線および紫外線を反射させて有視光のみを透過させるUVIRカットフィルタである。また、323

aはB光を反射させるダイクロイックミラー（以下、BDMと呼ぶ）、323bはG光を反射させるダイクロイックミラー（以下、GDMと呼ぶ）、323cはR光を反射させるダイクロイックミラー（以下、RDMと呼ぶ）である。なお、BDM323aからRDM323cの配置は同図の順序に限定するものではない。また、最後のRDM323cは全反射ミラーにおきかえてもよいことは言うまでもない。

【0197】212は（図1）または（図2）に示す本発明の表示装置である。なお、光変調層53に高分子分散液晶を用いる場合は、R光を変調する光変調層53を、他のGおよびB光を変調する光変調層53に比較して水滴状液晶粒子径を大きく、もしくは液晶膜厚を厚めにして構成する。これは光が長波長になるほど散乱特性が低下しコントラストが低くなってしまいうためである。水滴状液晶の粒子径は、重合させるときの紫外線光を制御すること、あるいは使用材料を変化させることにより制御できる。液晶膜厚は液晶層53のピーズ径を変化することにより調整できる。324はレンズ、326は投写レンズ、325はしぼりとしてのアパーチャである。なお、324、325および326で投写光学系を構成している。なお、アパーチャ325は、投写型表示装置の動作の説明上図示したものである。アパーチャ325は投写レンズの集光角を規定するものであるから、投写レンズの機能に含まれるものとして考えればよい。つまりFNoが大きければアパーチャ325の穴径は小さいと考えることができる。高コントラスト表示を得るためには投写レンズのFNoは大きいほどよい。しかし、大きくなると白表示の輝度は低下する。

【0198】以下、本発明の投写型表示装置の動作について説明する。なお、R、G、B光のそれぞれの変調系については、ほぼ同一動作であるのでB光の変調系について例にあげて説明する。まず、集光光学系321から白色光が照射され、この白色光のB光成分はBDM323aにより反射される。このB光は表示装置212aに入射する。表示装置212aは、（図38（a）

（b））に示すように画素電極に印加された信号により入射した光の散乱と透過状態とを制御し、光を変調する。

【0199】散乱した光はアパーチャ325aで遮光される。平行光または所定角度内の光はアパーチャ325aを通過する。変調された光は投写レンズ326aによりスクリーン（図示せず）に拡大投写される。以上のようにして、スクリーンには画像のB光成分が表示される。同様に表示装置212bはG光成分の光を変調し、また、表示装置212cはR光成分の光を変調する。3つの表示装置が変調した光によりスクリーン上にはカラー画像が表示される。（図35）は（図32）の表示装置212を（図21）に示す表示装置224におきかえた投写型表示装置である。他の構成は（図32）と同様

であるので説明を省略する。ただし、表示装置224の透明基板212が平凹レンズ214等の場合は、前記レンズの屈折角度等を考慮して投写光学系を形成する。なお、表示装置224は（図17）または（図21）に示すものでもよいことは言うまでもない。

【0200】（図32）は3つの投写レンズ326によりスクリーンに拡大投映する方式であるが、一つの投写レンズで拡大投写する方式もある。その構成図を（図33）に示す。なお、表示装置212R、212G、212Bは（図32）で用いたものと同様のものを用いる。

【0201】ここでは説明を容易にするため、212GをG光の映像を表示する表示装置、212RをR光の映像を表示する表示装置、212BをB光の映像を表示する表示装置とする。したがって、各ダイクロイックミラーを透過および反射する光の波長は、以下のとおりである。ダイクロイックミラー332aはR光を反射し、G光とB光を透過する。ダイクロイックミラー332cはG光を反射し、R光を透過させる。ダイクロイックミラー332bはB光を透過し、G光を反射させる。また、ダイクロイックミラー332dはB光を反射させ、G光およびR光を透過する。

【0202】メタルハライドランプから出射された光は全反射ミラー331aにより反射され、光の方向を変化させられる。次に前記光はUVIRカットフィルタ332により紫外線領域および赤外線領域の波長の光がカットされる。紫外線および赤外線をカットされた光はダイクロイックミラー332a、332bによりR・G・B光の3原色の光路に分離され、R光はフィールドレンズ333Rに、G光はフィールドレンズ333Gに、B光はフィールドレンズ333Bに入射する。各フィールドレンズ333は各光を集光し、表示装置212はそれぞれ映像信号に対応して液晶の配向を変化させ、光を変調する。このように変調されたR・G・B光はダイクロイックミラー332c、332dにより合成され、投映レンズ334によりスクリーン（図示せず）に拡大投映される。

【0203】（図36）は（図33）の表示装置212を（図21）に示す表示装置224におきかえた投写型表示装置である。他の構成は（図33）と同様であるので説明を省略する。ただし、表示装置224の透明基板212が平凹レンズ214等の場合は前記レンズの屈折角度等を考慮して投写レンズ334を設計をする。なお、表示装置224は（図17）または（図21）に示すものでもよいことは言うまでもない。

【0204】（図34）は反射型の投写型表示装置の一実施例の構成図である。345は反射型の表示装置である。（図1）等に示す表示装置の画素電極51を金属薄膜等を用いて反射電極として形成すれば、反射型の表示装置を実現できる。光源341はランプ341a、凹面鏡341b、UVIRカットフィルタ341cで構成さ

れる。ランプ341aはメタルハライドランプである。凹面鏡341bはガラス製で、反射面に可視光を反射し赤外光を反射する多層膜を蒸着したものである。ランプ341aからの放射光に含まれる可視光は、凹面鏡341bの反射面により反射する。凹面鏡341bから出射する反射光は、フィルタ341cにより赤外線と紫外線とが除去されて出射する。

【0205】投写レンズ342は、表示装置345側の第1レンズ群342bとスクリーン側の第2レンズ群342aとで構成され、第1レンズ群342bと第2レンズ群342aとの間には平面ミラー343が配置されている。表示装置の画面中心にある画素から出射する散乱光は、第1レンズ群342bを透過した後、約半分が平面ミラー343に入射し、残りが平面ミラー343に入射せずに第2レンズ群342aに入射する。平面ミラー343の反射面の放線は投写レンズ342の光軸346に対して45°傾いている。

【0206】光源341からの光は、平面ミラー343で反射されて第1レンズ群342bを透過し、表示装置345に入射する。表示装置345からの反射光は、第1レンズ群342b、第2レンズ群342aの順に透過してスクリーン347に到達する。投写レンズ342の絞りの中心から出て表示装置345に向かう光線は、液晶層53にほぼ垂直に入射するように、つまりテレセントリックとしている。

【0207】ここでは説明を容易にするために、345bをG光を変調する表示装置、345cをB光を変調する表示装置、345aをR光を変調する表示装置であるとして説明する。

【0208】(図34)において、344はダイクロイックミラーであるが、これは色合成系と色分離系を兼用している。光源からの出射された白色光は平面ミラー343により折り曲げられ、投写レンズ342の第1群に入射する。この際フィルタ341cにより不要なB光およびR光はカットされる。フィルタ341cの帯域は半値幅の値で430nm～690nmである。以後、光の帯域を記述する際は半値幅で表現する。ダイクロイックミラー344aはG光を反射し、R光およびB光を透過させる。G光はダイクロイックミラー344cで帯域制限され、表示装置345bに入射する。G光の帯域は510～570nmにする。一方ダイクロイックミラー344bはB光を反射し、R光を透過させる。B光は表示装置345cに、R光は表示装置345aに入射する。

【0209】入射するB光の帯域は430nm～490nm、R光の帯域は600nm～690nmである。表示装置はそれぞれの映像信号に応じて散乱状態の変化として光学像が形成する。表示装置で形成された光学像はダイクロイックミラー344で色合成され、投写レンズ342に入射し、スクリーン347上に拡大投写される。なお、これらのR、G、B光等の帯域は本発明の投

写型表示装置でほぼ共通の値である。

【0210】(図37)は(図34)の表示装置345を表示装置371におきかえた投写型表示装置である。表示装置345の光入射面に透明基板179をオプティカルカップリングしている。他の構成は(図34)の構成と同様であるので説明を省略する。

【0211】このように反射型の表示装置を用いれば、(図32)または(図33)の投写型表示装置と比較して、コントラストも良好であり、画素開口率も高く、高輝度表示を行うことができる。その上、表示装置の裏面には障害物が無いのでパネル冷却が容易である。たとえば、裏面からの強制空冷を容易に行え、また、裏面にヒートシンク等も容易に取り付けることができる。

【0212】本発明の投写型表示装置において、ダイクロイックミラーによってR光、G光およびB光の3原色の光に分離するとしたが、これに限定するものではなく、たとえばダイクロイックフィルタ、ダイクロイックプリズム等を用いてもよい。

【0213】以下、本発明の投写型表示装置の共通事項について説明をする。まずは、ランプのアーケ長・消費電力、パネルサイズ、コントラスト等について設計に必要な事項について順次説明をする。

【0214】表示装置の液晶層53を±10Vの電圧で駆動するとすれば、パネルゲイン $G=0.8$ 以下のものを作製することが可能である。パネルゲイン $G=0.8$ のパネルに透明基板179等を取り付け、輝度低下割合Dを考慮すると、実効パネルゲイン $G'=0.5$ 近くのものを得ることができる。実効パネルゲイン G' の表示装置を用いて投写型表示装置を構成すると、コントラストCRは次式で示される。

【0215】

【数22】

$$CR = \frac{(2F)^2 T}{G'}$$

【0216】(数22)よりFNoと表示コントラストの関係グラフ化したものを(図31)に示す。ただし $T=0.75$ としている。

【0217】(数22)より、投写光学系の有効F値が5以上であれば $CR=150$ 以上、7以上であれば $CR=250$ 以上となる。

【0218】投写型表示装置を家庭用テレビとして商品化するための重要な項目に消費電力がある。家庭用の現行のNTSC対応直視テレビでは30インチクラスで200W以下である。本発明の投写型表示装置は、現行のNTSC直視テレビよりもっと大画面表示の実現を商品化目標としているが、やはり消費電力は300W以下にしなければならない。ランプの消費電力は、映像信号処理回路などで消費する電力を考慮すると250W以下、

好ましくは150W程度にしなければならない。

【0219】ランプの制約にアーク長の問題もある。松下電子工業(株)が開発しているメタルハライドランプ250Wはアーク長6.5(mm)である。また、岩崎電気(株)が開発しているメタルハライドランプ等は150Wでアーク長5.0(mm)強のものがある。これらのランプのアーク輝度は、およそ 1.2×10^8 (nt)である。ランプの消費電力を一定にしてアーク長を短くすればアーク輝度は上昇するがランプ寿命は短くなる。

【0220】家庭用テレビとして投写型表示装置を導入するとすればメタルハライドランプの交換は容易に行うことができないから、ランプの長寿命化は重要である。アーク輝度 1.2×10^8 (nt)のメタルハライドランプは徐々に長寿命化の傾向にあるが、短アークにして長寿命化の実現できるめどは現在のところない。

【0221】次に照明光の光広がり角(FNo)について考慮する。なお、照明光の光広がり角とは表示装置に入射する光のF番号(FNo)である。仮定として、

(1) ライトバルブ面、スクリーン面共に均一照明分布として扱う。

(2) ランプのアーク発光体は長さdL、太さdWの完全拡散円筒光源とする。

(3) スクリーン到達光系 ϕ_s 、ランプ全光束 ϕ_L とした場合に、光透過効率t、光集光能力 η を用いて、 $\phi_s = t \cdot \eta \cdot \phi_L$ とする。ただし、光透過効率tは界面損失、液晶パネルの透過率、ダイクロイックミラー等の色分離効率で決まる値、光集光能力 η は光透過効率 $t = 1.0$ とした場合に、光学系が集光できる能力である。

【0222】光束に着目したときスクリーン照度 E_s はランプの全光束を ϕ_L (lm)、パネルの有効対角長をd(m)、面積係数をK(パネルの画面サイズが4:3の時は $K=0.48$ 、16:9の時は $K=0.43$)、拡大倍率をm、光集光能力を η 、光透過効率をtとしたとき、(数23)で示される。

【0223】

【数23】

$$E_s = \frac{t \eta \phi_L}{m^2 K D}$$

【0224】一方、発光体輝度に着目してスクリーン照度 E_s' は、発光体輝度を B_L (nt)照明光の有効F値を F_o とすれば(数24)で示される。

【0225】

【数24】

$$E_s' = \frac{\pi B_L t}{4 m^2 F_o^2}$$

*【0226】また、発光体の輝度 B_L は発光体有効長をdW、発光体有効幅をdLとしたとき、(数25)で示される。

【0227】

【数25】

$$B_L = \frac{\phi_L}{\pi^2 d L d W}$$

10 【0228】以上の(数23)(数24)および(数25)より照明光の有効FNo(F_o)は(数26)で示される。

【0229】

【数26】

$$F_o^2 = \frac{K D^2}{4 \pi \eta d W d L}$$

20 【0230】照明光の光の広がり角(FNo)を投写レンズの集光角(FNo)は略一致させなければ光利用率は低下する。これは、FNoが大きい方に制約を受けるからである。本発明の投写型表示装置の照明光のFNoと投写レンズのFNoは一致させている。

【0231】(図30)は照明光の有効F値とランプのアーク長つまり発光体長およびパネルの対角長dとの関係を示している。(図30)は(式9)を用いて算出している。なお、 $k=0.43$ 、 $\eta=0.5$ とする。また、アーク長は150(W)、アーク長5(mm)ランプのdW=2(mm)、dL=5(mm)を基準としている。他のアーク長はdW:dLのアスペクトに比例して算出している。

30

40

【0232】(図30)において、パネルサイズが小さくなるほど、同一アーク長であればパネルサイズdが小さくなる。したがってパネルサイズdを小さくすれば照明光のFNoは小さくする必要がある。パネルサイズが大きくなると投写型表示装置のシステムサイズは大きくなり好ましくない。また、パネルサイズdが小さくなればパネルの表示領域に入射する単位面積あたりの光束が増大し、パネルを加熱して好ましくない。したがって、実用上の観点からパネルの対角長は2インチ以上4インチ以下にしなければならない。

【0233】発光体輝度をランプ寿命を考慮して 1.2×10^8 (nt)とすると、アーク長とランプの消費電力は比例すると考えられる。アーク長3(mm)のランプは50(W)、アーク長4(mm)のランプは100(W)、アーク長5(mm)のランプは150(W)程度となる。メタルハライドランプの効率は80(lm/W)である。50(W)のランプの全光束は4000

*

50 (lm)、100(W)のランプの全光束は8000

(1 m)、150 (W) のランプの全光束は12000 (1 m) となる。ランプのアーク長とランプ消費電力には相関があり、アーク長と F N o とは相関があり、ランプの消費電力とランプの全光束は相関があるから、この関係を図示すると (図 29) になる。ただし、スクリーン光束はランプの全光束の 5 % としている。

【0234】以上のことから、投写型表示装置に最適な仕様範囲が定まってくる。以下、最適な仕様について説明をする。投写型表示装置において投写画像の画面サイズが40インチ以上で、かつ実用域の視野特性を得るためには300~400 (1 m) 以上の光束が必要である。したがって、ランプの光利用率が4%程度とすると、100 (W) 以上のランプを用いなければならない。このことから、表示コントラスト (CR) を良好に得るためだけであればアーク長3 (mm) のランプを用いることができるが、十分な投写画像の輝度を得るためには100 (W) 以上のメタルハライドランプが必要である。

【0235】また、パネルサイズも小さいと十分な表示輝度を得ることができない。パネルサイズはアーク長が5 (mm)、照明光の有効F値を7とすると、3.5インチ前後の大きさが必要である。

【0236】アーク長が5 (mm) 程度、パネルサイズが2インチ強であれば、照明光の有効F値は5弱となる。この場合、表示輝度は実用域となるが、良好な表示コントラスト (CR) は望めない。

【0237】以上のことから、照明光の有効F値が5以上であれば実用域の表示輝度が得られる。しかし、良好な表示輝度と表示コントラストおよび適正な消費電力かつランプ寿命を得るためには照明光の有効F値 (= 投写光の有効F値) は7前後、ランプのアーク長は5 (mm) 前後、ランプのWは150W前後を用いなければならない。

【0238】投写レンズのF N o を低下させるとスクリーンに到達するスクリーン光束は高くなる。それにともない、ランプの消費電力も大きくしなければならない。また、ランプの長寿命化の観点からランプの消費電力が大きくなると、アーク輝度を一定と考えると長アークになる。当然、表示コントラスト (CR) は (数 2.2) で示されるから F N o が小さくなると表示コントラストは悪くなる。逆に投写光学系の F N o を大きくすると表示コントラストは高くなるが、スクリーン光束は小さくなる。

【0239】以上のことから、ランプに関してはアーク長は良好な表示コントラストを得るために3 (mm) 以上6 (mm) 以下でなければならない。また、消費電力の点から250 (W) 以下でなければならない。かつ、スクリーン輝度を得るために100 (W) 以上のメタルハライドランプを用いなければならない。さらに好ましくは、スクリーン輝度および表示コントラストを考慮する

とアーク長は3 (mm) 以上6 (mm) 以下でなければならない。

【0240】パネルの有効表示領域の対角長はシステムサイズの点から4インチ以下でなければならない。また、光利用効率の点から2インチ以上でなければならない。中でも十分な光集光効率を得、かつコンパクトにするためには好ましくは3インチ以上4インチ以下にしなければならない。

【0241】投写レンズのF N o、広義には投写光学系のF N oは、良好なコントラスト (CR) を得るために5以上でなければならない。また、十分なスクリーン輝度を得るために9以下でなければならない。さらに前述のランプのアーク長を考慮すればF N oは6以上8以下でなければならない。また、投写レンズのF N oと照明光学系のF N oと略一致させなければ光損失が生じ、光利用効率は低下する。

【0242】以上の値あるいは値の範囲は高分子分散液晶表示装置をライトバルブとして用いる投写型表示装置として重要な事項である。これらの事項はまだ、他社等から開示されている事項ではない。

【0243】なお、本発明の投写型表示装置において、表示装置の光変調層53として高分子分散液晶を用いるとしたが、散乱状態の変化を用いるものであれば同様の効果を得られる。たとえば、高分子分散液晶を用いた光書き込み型液晶パネル、相変化液晶を用いた熱書き込み液晶パネル、散乱状態の変化を用いる強誘電性液晶パネル、DSM液晶パネル、PLZTなどを用いる表示パネル等が該当する。また、ストライプ状電極構成は、光変調層として散乱により光変調を行なうものに限定するものではなく、ツイストネマティック液晶パネルにも応用できる。また、偏光方式の光書き込み液晶パネルにも応用できるであろう。

【0244】また、本発明の表示装置のアレイ基板11または対向基板12もしくは前記両方の基板に透明基板を貼りつけるとしたが、前記アレイ基板11または対向基板12もしくは両方の基板を厚くして (数7) の条件を満足できれば、あえて透明基板を貼りつける必要がないことは明らかである。また、アレイ基板11もしくは対向基板を凹レンズ状にできれば、基板に凹レンズを貼りつける必要がないことも明らかである。

【0245】

【発明の効果】以上のように、本発明の表示装置では、対向電極をストライプ状に形成して、マトリクス状に形成された画素電極との間に印加する電圧を実質的に高くしているので、容易に高電圧駆動を行える。したがって高輝度表示かつ高コントラスト表示を実現することができる。

【0246】また、ゲートおよびソース駆動ICは従来のものをそのまま用いることができ、アレイ基板も同様に用いることができるので、画素の開口率等も低下する

ことなく、製造コストも高くなることはない。

【0247】アレイ基板もしくは対向基板を厚くすることにより、また、前記基板に透明板あるいは平凹レンズを組み合わせること、および光変調層の特性を所定値にすることにより、2次散乱光を防止でき、明るくかつ表示コントラストの良好な画像を表示できる。

【0248】本発明の表示装置をライトバルブとして用い、ランプのアーチ長、投写レンズのF値等を所定値に設定することにより、高輝度高品位の投写画像を表示でき、かつ、家庭用リア投写型表示装置に対応できる投写型表示装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の表示装置の斜視図
- 【図2】他の実施例における本発明の表示装置の斜視図
- 【図3】本発明の表示装置の斜視図の一部断面図
- 【図4】本発明の表示装置のストライプ状電極を形成した基板の平面図
- 【図5】本発明の表示装置の断面図
- 【図6】画素の構成図
- 【図7】本発明の表示装置の等価回路図
- 【図8】他の実施例における本発明の表示装置の等価回路図
- 【図9】他の実施例における本発明の表示装置の等価回路図
- 【図10】本発明の表示装置の回路ブロック図
- 【図11】本発明の表示装置の駆動方法の説明図
- 【図12】本発明の表示装置の駆動方法の説明図
- 【図13】本発明の表示装置の駆動方法の説明図
- 【図14】本発明の表示装置の駆動方法の説明図
- 【図15】本発明の表示装置の駆動方法の説明図
- 【図16】本発明の表示装置の駆動方法の説明図
- 【図17】本発明の表示装置の説明図
- 【図18】本発明の表示装置の説明図
- 【図19】本発明の表示装置の説明図
- 【図20】本発明の表示装置の説明図
- 【図21】本発明の表示装置の変形例
- 【図22】本発明の表示装置の断面図
- 【図23】本発明の表示装置の説明図
- 【図24】本発明の表示装置の説明図
- 【図25】本発明の表示装置の特性図
- 【図26】本発明の表示装置の説明図
- 【図27】本発明の表示装置の説明図
- 【図28】本発明の表示装置の説明図
- 【図29】本発明の投写型表示装置の説明図
- 【図30】本発明の投写型表示装置の説明図
- 【図31】本発明の投写型表示装置の説明図
- 【図32】本発明の投写型表示装置の構成図
- 【図33】他の実施例における本発明の投写型表示装置の構成図
- 【図34】他の実施例における本発明の投写型表示装置

の構成図

【図35】他の実施例における本発明の投写型表示装置の構成図

【図36】他の実施例における本発明の投写型表示装置の構成図

【図37】他の実施例における本発明の投写型表示装置の構成図

【図38】高分子分散液晶の説明図

【符号の説明】

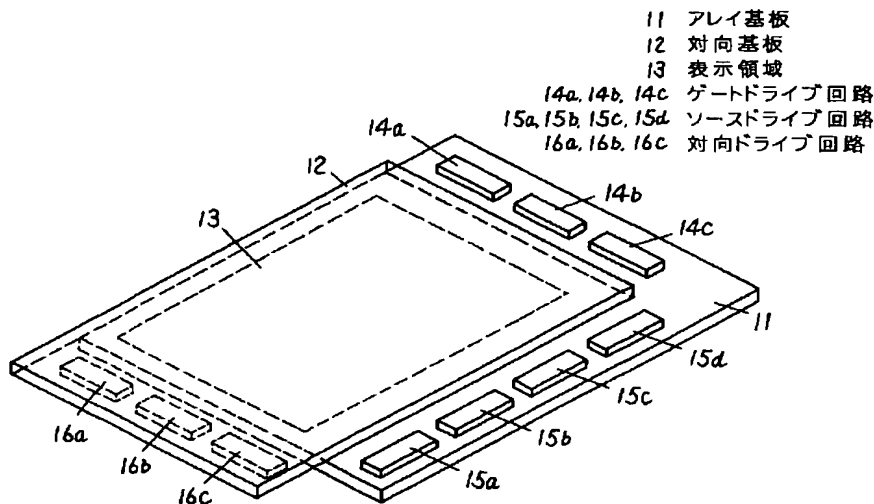
- 11 アレイ基板
- 12 対向基板
- 13 表示領域
- 14a、14b、14c ゲートドライブ回路
- 15a、15b、15c、15d ソースドライブ回路
- 16a、16b、16c、16d、16e、16f 対向ドライブ回路
- 33、34 端子
- 31a、31b 導電ビーズ
- 32 接着剤
- 41a、41b、41c、41d、41e、41f ストライプ状電極
- 42 金属薄膜
- 43 ITO
- 51a、51b、51c、51d、51e 画素電極
- 52a、52b、52c、52d、52e ゲート信号線
- 53 液晶層
- 54a、54b 低誘電体膜
- 61 TFT
- 62 ソース信号線
- 63 共通電極
- 64 コンデンサ
- 71 画素
- 91 対向電極
- 92 コンデンサ駆動回路
- 101 アンプ
- 102 位相分割回路
- 103 出力切り換え回路
- 104 制御回路
- 105、211 液晶パネル
- 111、112、113 信号波形
- 171 光吸収膜
- 172 微小領域
- 173a、173b 散乱光
- 174 透過光線
- 175 反射光線
- 176 出射面
- 177 側面
- 178 入射側基板
- 179 出射側基板

- 181 光リング
 182 有効表示領域
 212 透明基板
 213 正レンズ
 214 平凹レンズ
 222 遮光膜
 223 封止樹脂
 224 表示装置
 231 平行光線
 231 輝度計
 251、252 パネルゲイン曲線
 321 集光光学系
 322、341c UVIRカットフィルタ
 323a、323b、323c ダイクロイックミラー
 324a、324b、324c、326a、326b、*

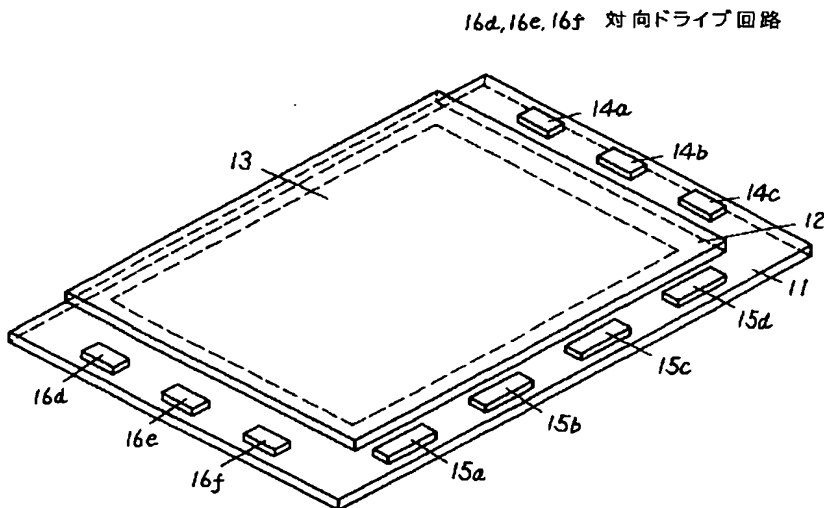
* 326c レンズ

- 325a、325b、325c アパーチャ
 331a、331b、331c、343 ミラー
 332a、332b、332c、332d、344a、
 344b、344c ダイクロイックミラー
 333R、333G、333B フィールドレンズ
 334、342 投写レンズ
 212R、212G、212B 表示装置
 341 光源
 10 341a ランプ
 341b 凹面鏡
 342a、342b レンズ
 381 ポリマー
 382 水滴状液晶

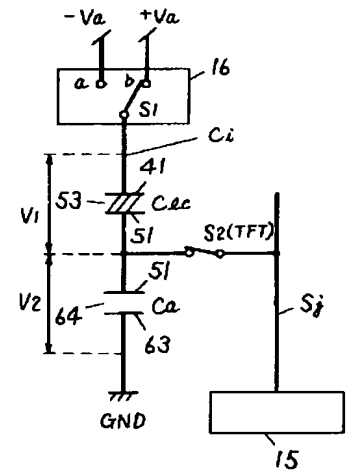
【図1】



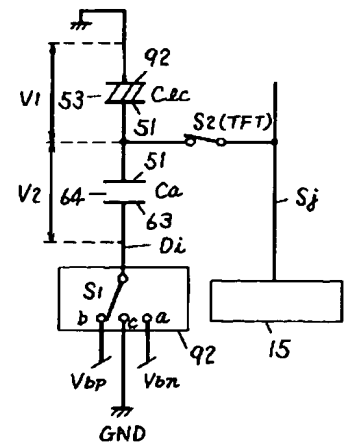
【図2】



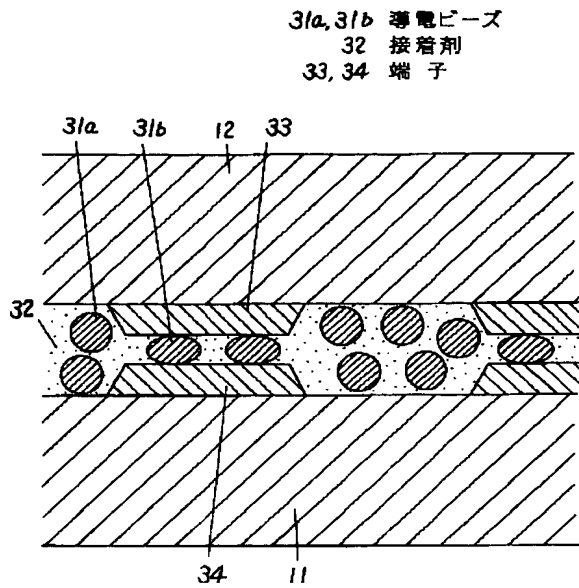
【図14】



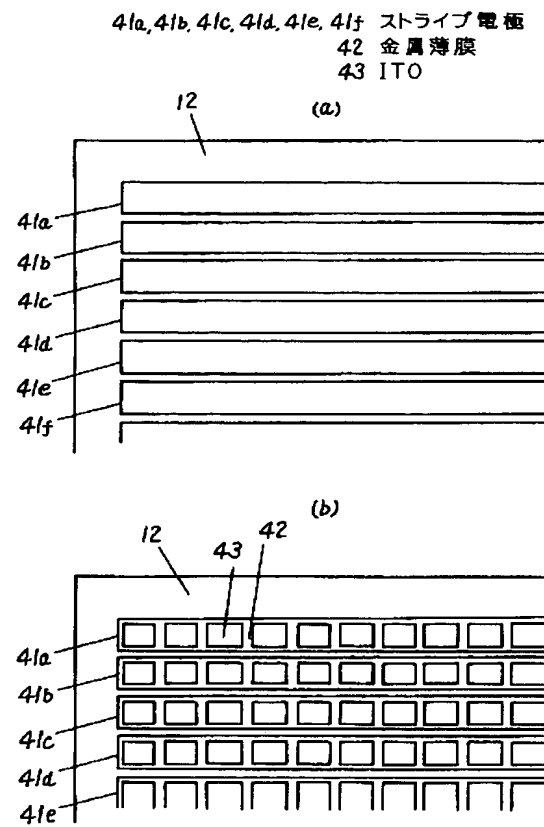
【図15】



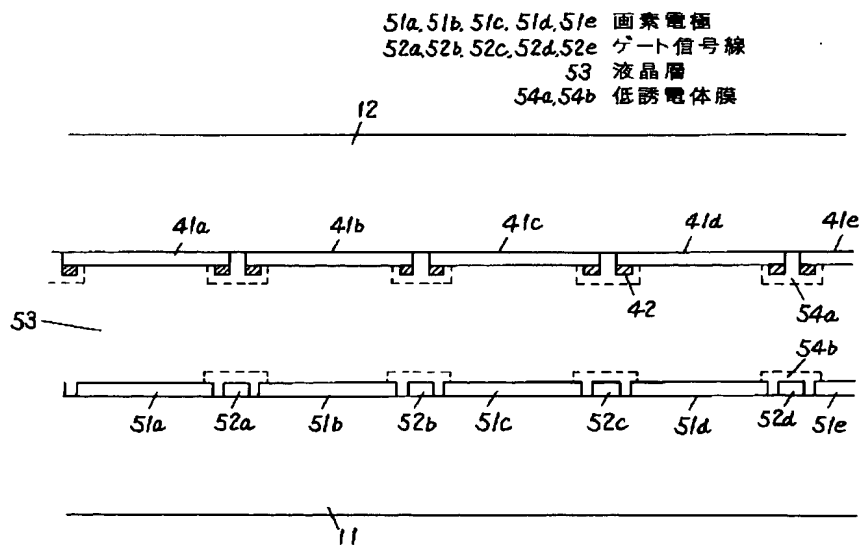
【図 3】



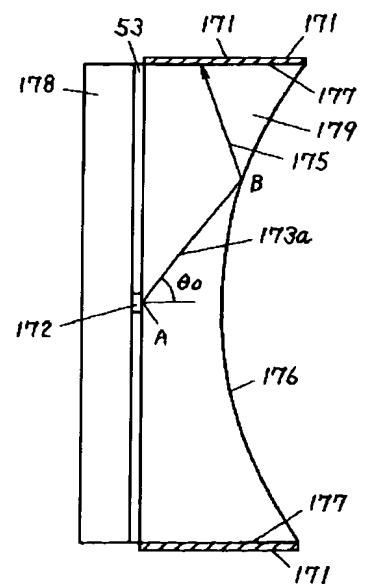
【図 4】



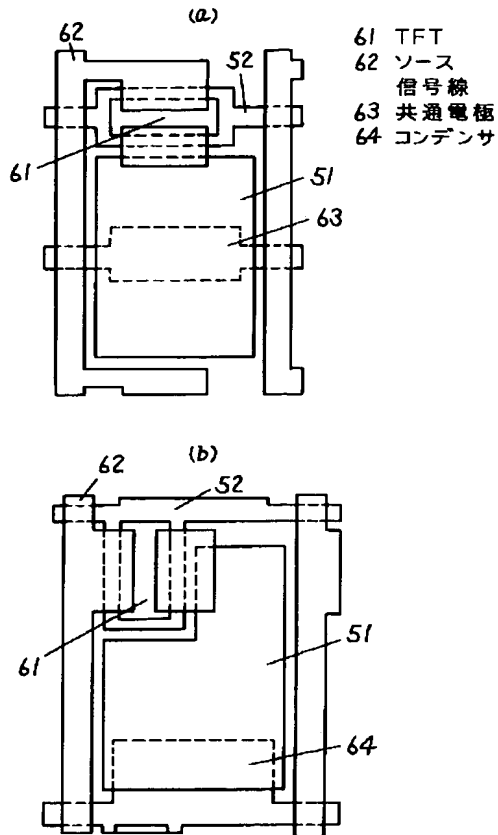
【図 5】



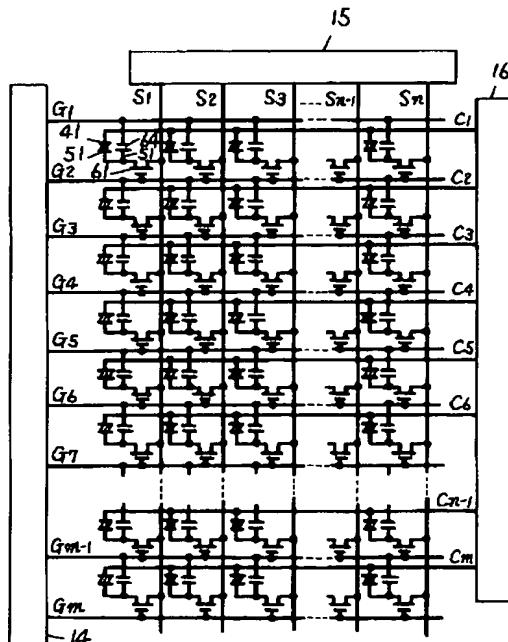
【図 20】



【図6】

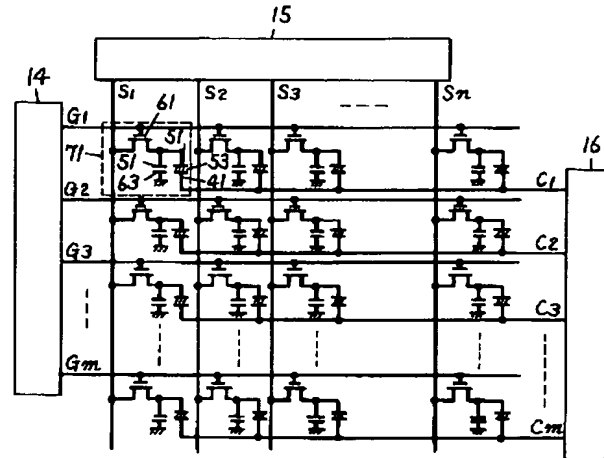


【図8】



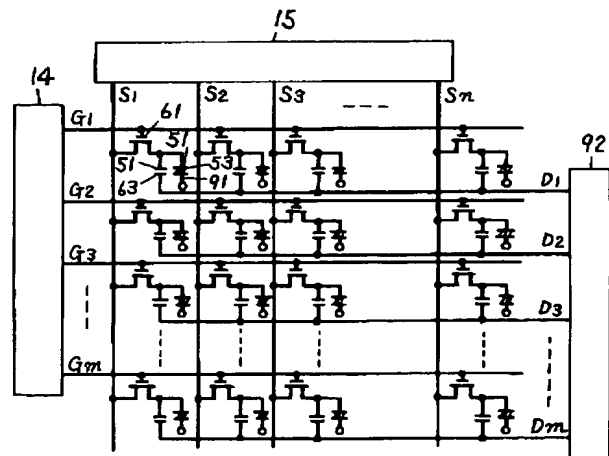
【図7】

71 画素
G1~Gm ゲート信号線
S1~Sn ソース信号線
C1~Cm 対向信号線

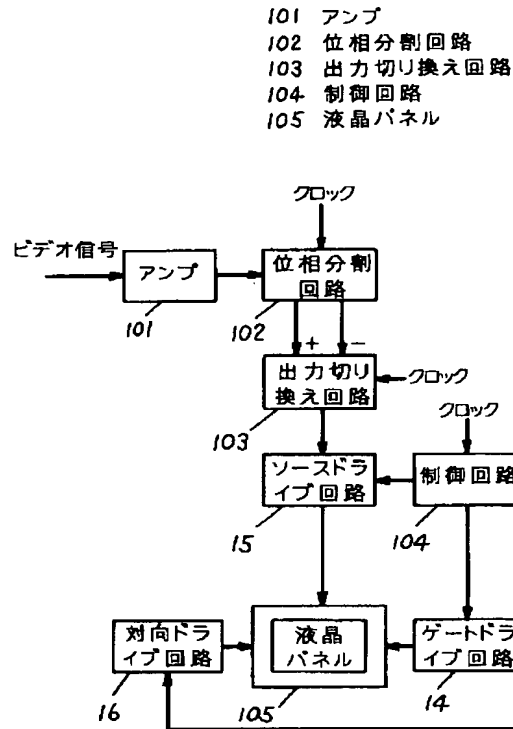


【図9】

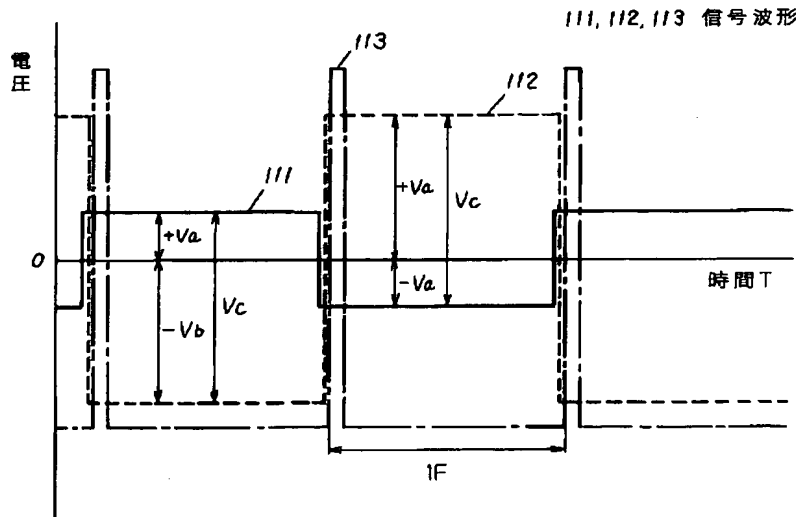
91 対向電極
92 コンデンサ駆動回路
D1~Dm コンデンサ信号線



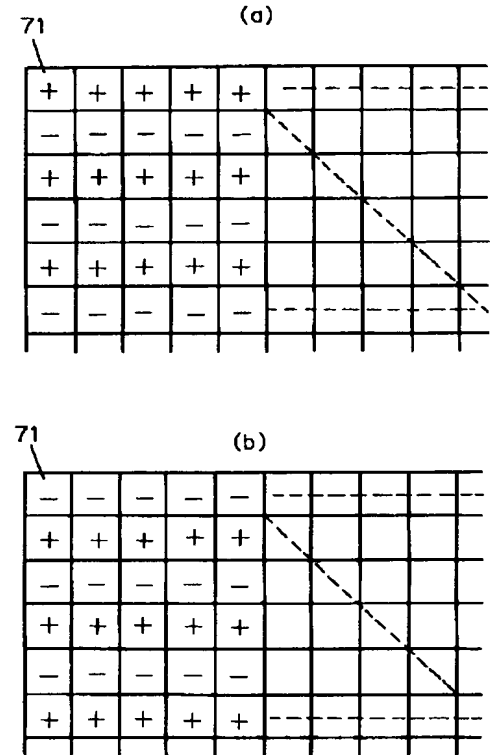
【図10】



【図11】

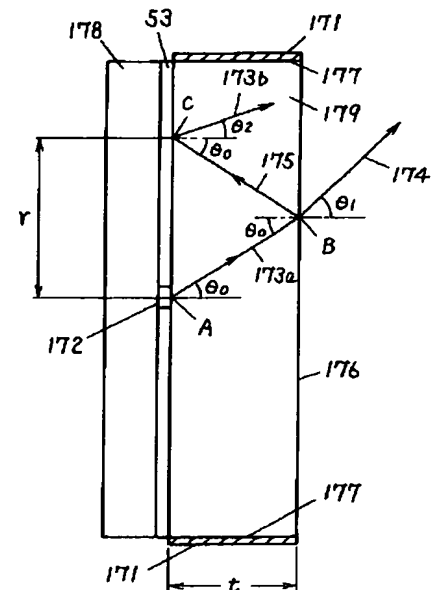


【図13】

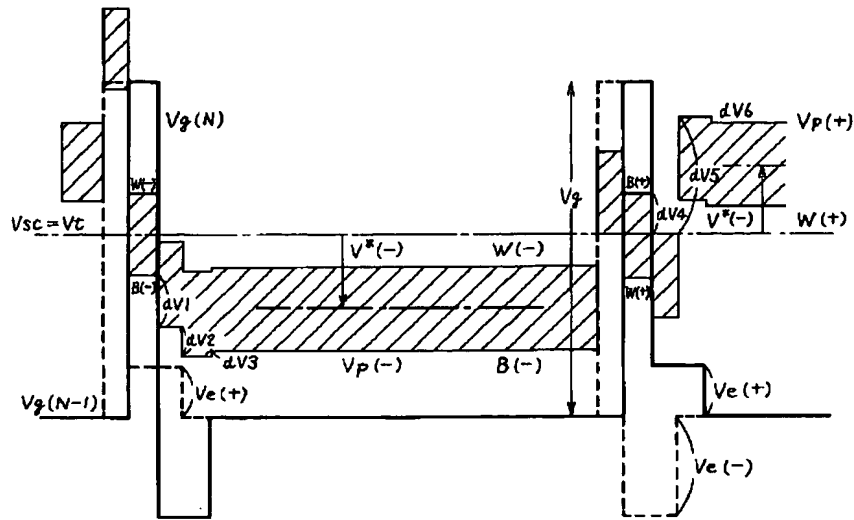


【図17】

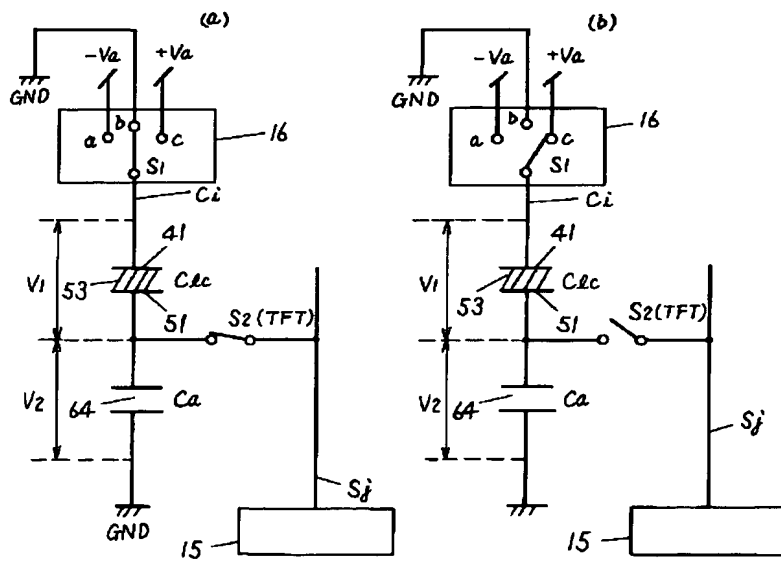
- 171 光吸収膜
172 微小領域
173a, 173b 散乱光
174 透過光線
175 反射光線
176 出射面
177 側面
178 入射側基板
179 出射側基板



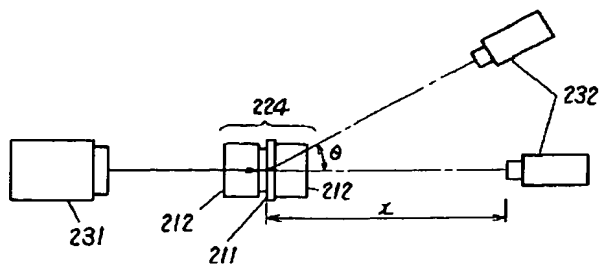
【図12】



【図16】

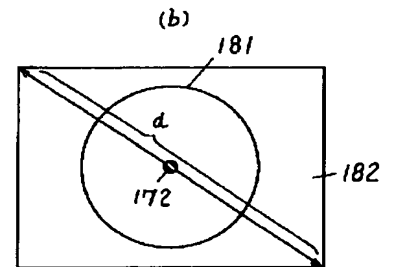
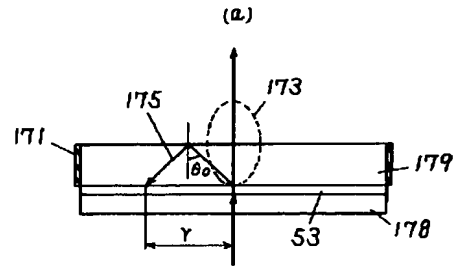


【図24】

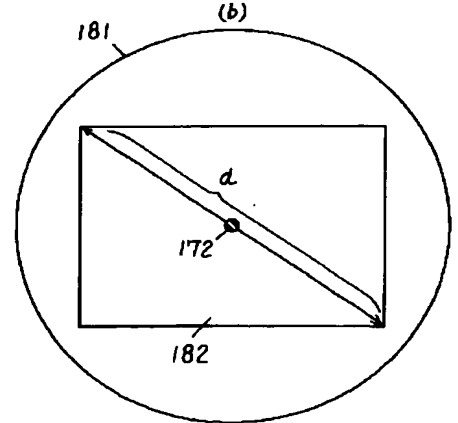
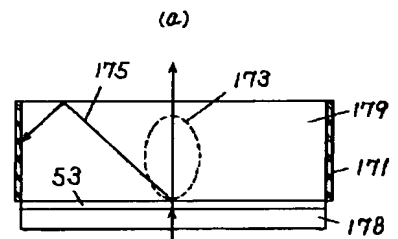


【図18】

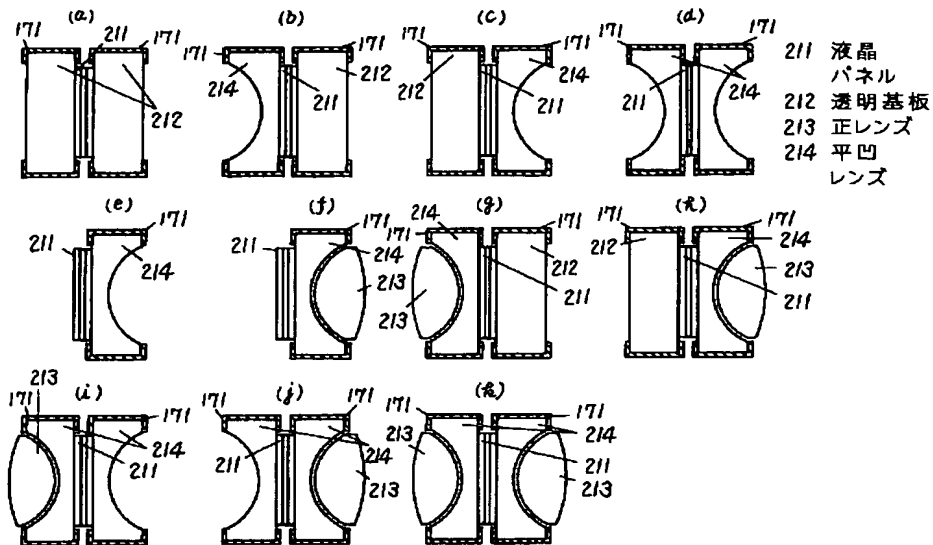
181 光リング
182 有効表示領域



【図19】

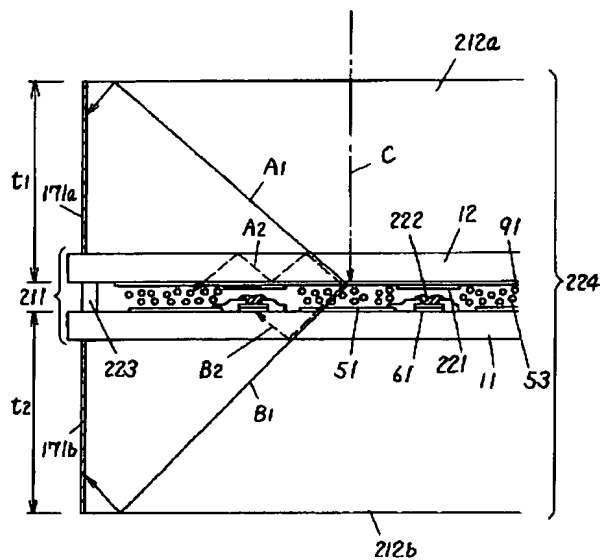


【図21】



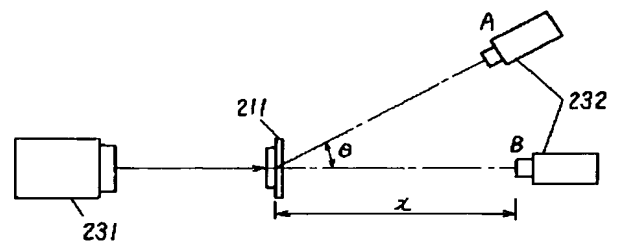
【図22】

222 遮光膜
223 封止樹脂
224 表示装置

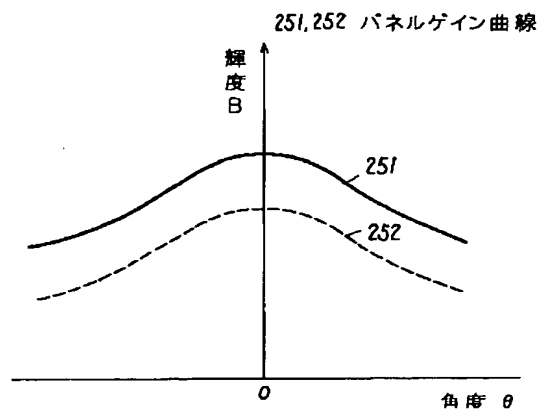


【図23】

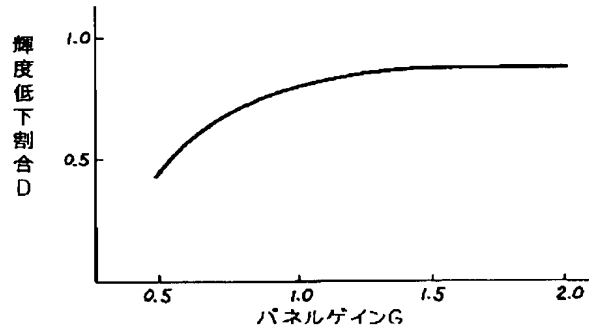
231 平行光光源
232 輝度計



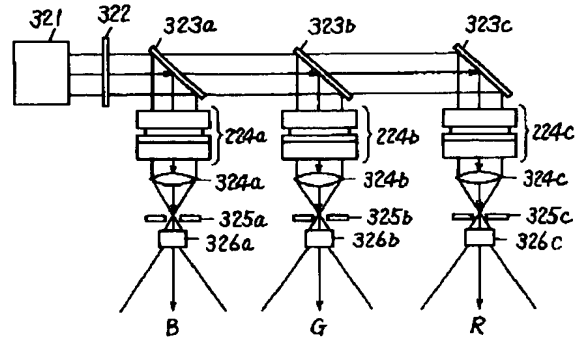
【図25】



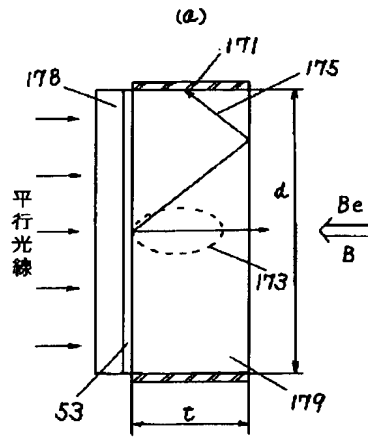
【図26】



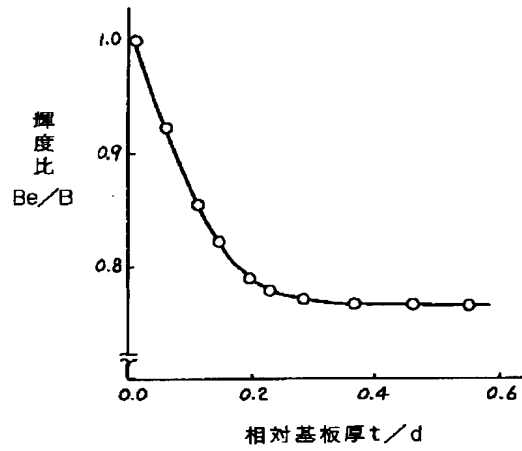
【図35】



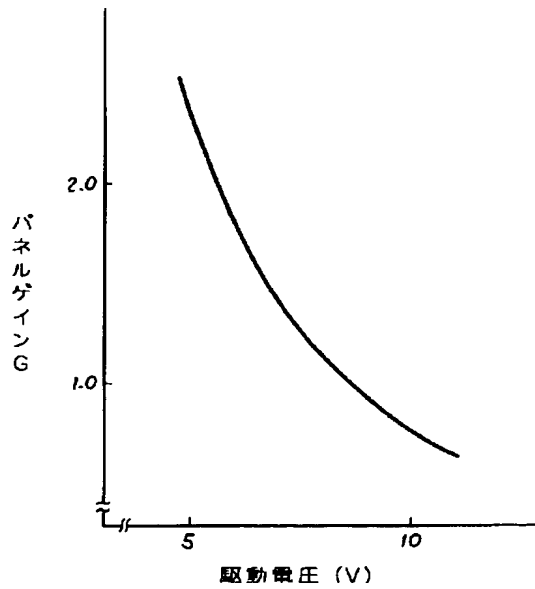
【図27】



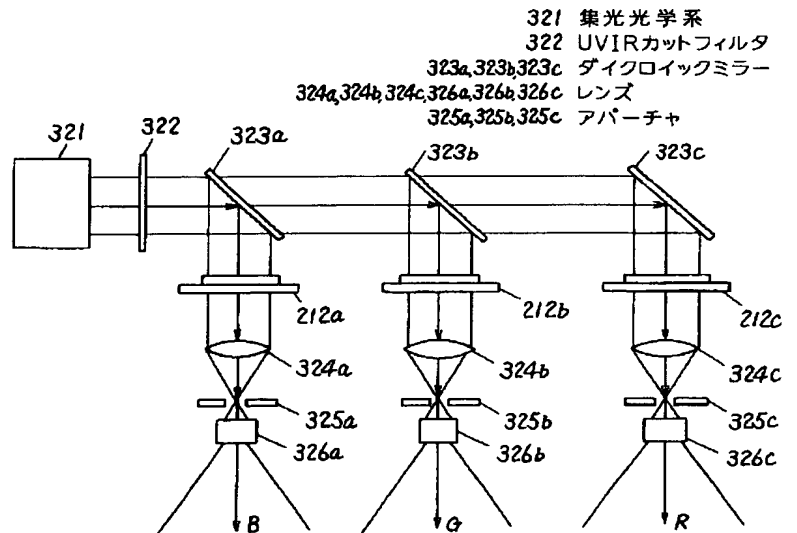
(b)



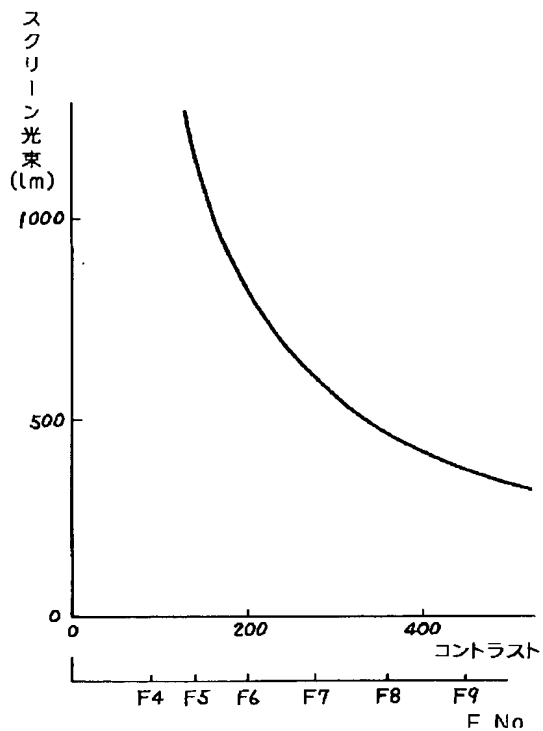
【図28】



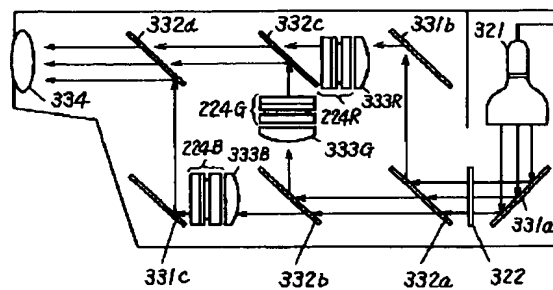
【図32】



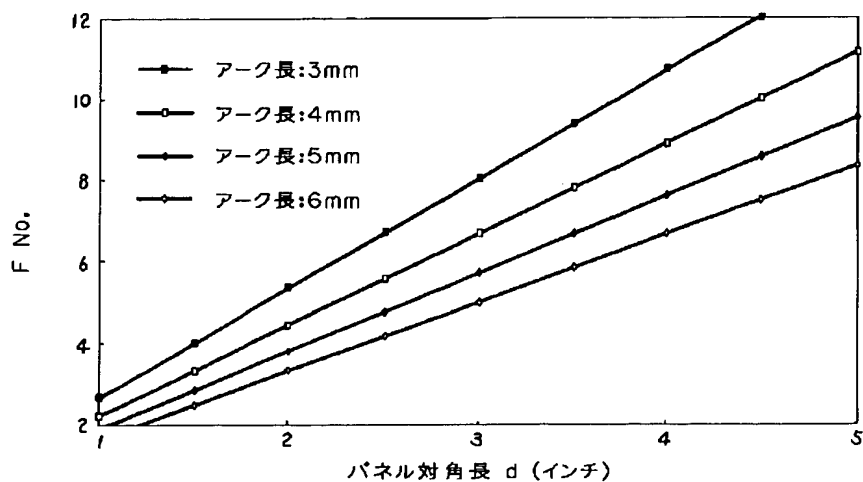
【図29】



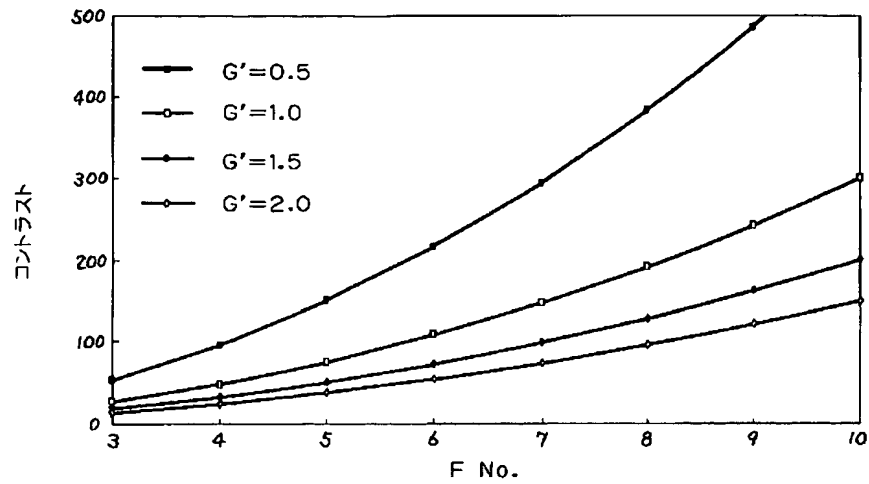
【図36】



【図30】

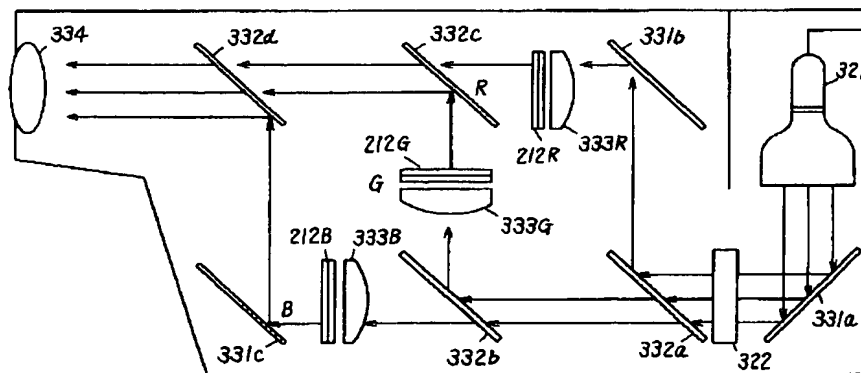


【図31】

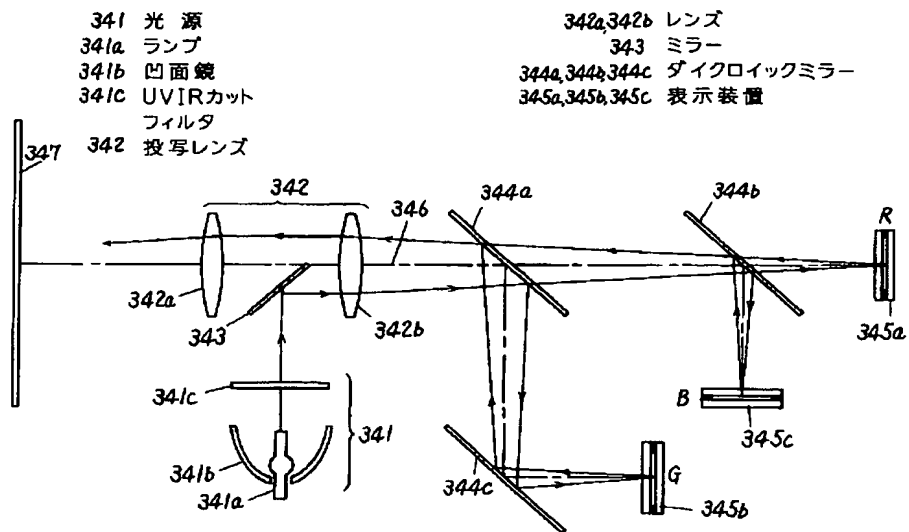


【図33】

212R, 212G, 212B 表示装置
 331a, 331b, 331c ミラー
 332a, 332b, 332c, 332d ダイクロイックミラー
 333R, 333G, 333B フィールドレンズ
 334 投写レンズ

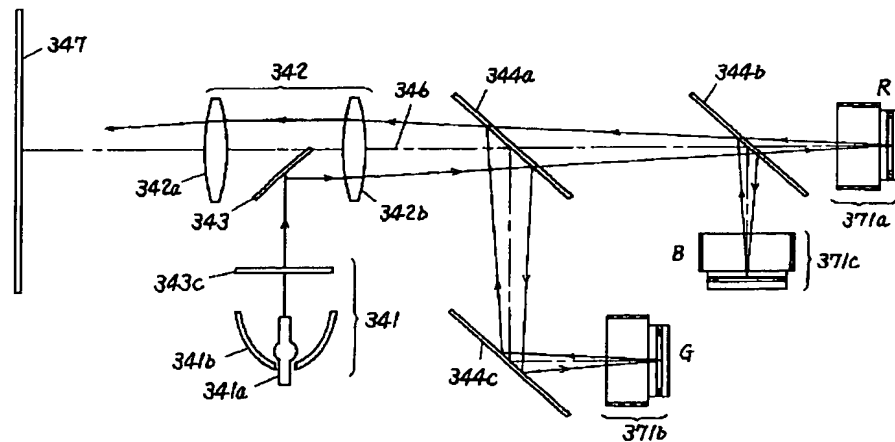


【図34】



【図37】

371a, 371b, 371c 表示装置



【図 38】

